

Aus dem Fachbereich Medizin
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main

betreut am

Zentrum der Chirurgie

Klinik für Allgemein-, Viszeral-, Transplantations- und Thoraxchirurgie

Direktor: Prof. Dr. Wolf O. Bechstein

**Einfluss des Zeitpunktes der Diagnosestellung auf das
Outcome von Patienten mit akutem Abdominalschmerz
in der zentralen Notaufnahme - Diagnostisches Potenzial eines
Clinical Decision Support Systems**

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin

des Fachbereichs Medizin

der Johann Wolfgang Goethe-Universität

Frankfurt am Main

vorgelegt von

Paula Noemi Sobotta

aus Bonn

Frankfurt am Main, 2023

Dekan: Prof. Dr. Stefan Zeuzem
Referent: Prof. Dr. Andreas A. Schnitzbauer
Korreferent: Prof. Dr. Holger Storf
Tag der mündlichen Prüfung: 27.06.2024

Inhaltsverzeichnis

I	Abkürzungsverzeichnis	5
II	Abbildungsverzeichnis	6
III	Tabellenverzeichnis	7
1	Einleitung	9
1.1	Zentrale Notaufnahme	9
1.2	Fehldiagnosen	10
1.3	Clinical Decision Support Systems	11
1.4	Ada-App	13
1.5	Leitsymptom Abdominalschmerz	15
1.6	Ziel und Fragestellung	17
2	Patienten und Methoden	18
2.1	Studiendesign	18
2.1.1	Patientenselektion	18
2.1.2	Visiten	19
2.1.3	Endpunkte	23
2.2	Datenerfassung	24
2.3	Statistische Auswertung	24
3	Ergebnisse	25
3.1	Demografie des Patientenkollektivs	25
3.2	Finale Diagnosen	28
3.3	Komplikationen und Mortalität	29
3.4	Apparative Diagnostik	31
3.5	Ökonomische Aspekte	32
3.6	Arzt versus Ada-App	34
4	Diskussion	35
4.1	Relevanz der Thematik	35

4.2	Demografie des Patientenkollektivs.....	35
4.3	Finale Diagnosen.....	36
4.4	Komplikationen und Mortalität.....	36
4.5	Apparative Diagnostik und ökonomische Aspekte.....	38
4.6	Arzt versus Ada-App.....	39
4.6.1	Diagnostische Treffsicherheit der Ada-App.....	39
4.6.2	Potenzial der Ada-App.....	40
4.7	Einsatzbereiche von Clinical Decision Support Systems.....	41
4.7.1	CDSS in der Klinik.....	41
4.7.2	CDSS im Laiengebrauch.....	42
4.7.3	Weitere Einsatzbereiche von CDSS.....	43
4.8	Methoden.....	45
4.9	Schlussfolgerungen.....	47
5	Zusammenfassung.....	48
6	Summary.....	50
7	Literaturverzeichnis.....	52
8	Anhang.....	58
8.1	Eigene Screenshots aus der Ada-App: Ovarialtorsion.....	58
8.2	Charlson Comorbidity Index.....	59
8.3	Risk Analysis Index.....	60
8.4	Comprehensive Complication Index.....	61
8.5	90-Tage Comprehensive Complication Index.....	64
9	Lebenslauf.....	65
10	Danksagung.....	66
11	Schriftliche Erklärung.....	67

I Abkürzungsverzeichnis

ASA	American Society of Anesthesiologists
CCI	Charlson Comorbidity Index
CDSS	Clinical Decision Support System
CoCI	Comprehensive Complication Index
CT	Computertomografie
EKG	Elektrokardiografie
ESA	European Surgical Association
ICD	International Statistical Classification of Diseases & Related Health Problems
KI	Künstliche Intelligenz
MRT	Magnetresonanztomografie
WHO	World Health Organization
ZNA	Zentrale Notaufnahme

II Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: eRadaR-Studie – Flow-Chart	19
Abbildung 2: eRadaR-Studie – Ablauf	23
Abbildung 3: Datenerhebung und Datenauswertung	26
Abbildung 4: Komplikationen in Abhängigkeit des Diagnosezeitpunktes	30
Abbildung 5: Kosten in Abhängigkeit des Diagnosezeitpunktes	33

III Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Geschlechterspezifische Ätiologie akuter Abdominalschmerzen	16
Tabelle 2: ASA-Score nach der American Society of Anesthesiologists.....	20
Tabelle 3: Clavien-Dindo-Klassifikation postoperativer Komplikationen	22
Tabelle 4: Zeitpunkt der finalen Diagnose.....	26
Tabelle 5: Patientencharakteristika	27
Tabelle 6: Finale Diagnosen.....	28
Tabelle 7: Komplikationen und Komorbidität.....	30
Tabelle 8: Apparative Diagnostik.....	31
Tabelle 9: Gebührenordnung für Ärzte (GOÄ) – Ziffern & Kostenpauschale	32
Tabelle 10: Kosten pro Patient für apparative Diagnostik	33
Tabelle 11: Diagnostische Treffsicherheit Arzt versus Ada-App	34

Einige Inhalte der vorliegenden Dissertation wurden bereits veröffentlicht unter:

1. Faqar-Uz-Zaman SF, Anantharajah L, Baumartz P, **Sobotta P** et al. The Diagnostic Efficacy of an App-based Diagnostic Health Care Application in the Emergency Room: eRadaR-Trial. A prospective, Double-blinded, Observational Study. *Annals of Surgery*. 2022;276(5):935-942. doi:10.1097/SLA.0000000000005614

1 Einleitung

1.1 Zentrale Notaufnahme

Die zentrale Notaufnahme (ZNA) dient als erste Anlaufstelle für Patienten* mit akuten Beschwerden. Patienten präsentieren sich entweder als Selbstvorsteller mit und ohne Einweisung oder sie werden über den Rettungs- und Notarztdienst vorstellig.¹ Die ZNA stellt eine Schnittstelle zwischen prä- und innerklinischer Versorgung dar. Das Spektrum der Krankheitsbilder erstreckt sich über jegliche Fachrichtungen und variiert von harmlosen Banalitäten bis hin zu akuten Notfällen, die unmittelbarer medizinischer Versorgung bedürfen. Eine sichere und suffiziente Primärversorgung ist die Basis eines qualitativ hochwertigen Gesundheitssystems.²

Das statistische Bundesamt verzeichnete im Jahr 2021 3.9% mehr ambulante Behandlungsfälle in deutschen Krankenhäusern als im Vorjahr.³ Immer mehr Patienten stellen sich in der ZNA vor mit Krankheitsbildern, die auch bei niedergelassenen Ärzten abgeklärt werden könnten. Nach O'Cathain et al. sind die Gründe hierfür vielfältig: Zunächst herrscht seitens der Patienten ein hohes Bedürfnis nach Absicherung. Außerdem verspüren Patienten den gesellschaftlichen Druck, schnellstmöglich wieder ohne Funktionseinschränkung den Alltag bestreiten zu können. Die Schwelle eine ZNA aufzusuchen ist niedrig, da kein Termin notwendig ist. Wohingegen ein Termin bei niedergelassenen Ärzten häufig schwer zu erlangen ist. Diese übermäßige Nutzung der ZNAs führt zu einer enormen Beanspruchung der Ressourcen der Kliniken und zu einer finanziellen Belastung des Gesundheitssystems.⁴ Nach Berechnungen von McWilliams et al. kann eine Vorstellung in der ZNA mehr als 320%-728% der Kosten verursachen, die eine Abklärung im ambulanten Sektor verursacht hätte.⁵

Betrachtet man die demografischen Entwicklungen und den gleichzeitigen ländlichen Versorgungsmangel in Deutschland⁶, so lässt sich erwarten, dass die Patientenzahlen in ZNAs in Zukunft weiter steigen werden.¹ Auch im stationären Bereich verzeichneten Nowossadeck et al. in Deutschland insgesamt steigende Fallzahlen zwischen den Jahren 2000 bis 2015 und gleichzeitig eine kürzere

*In dieser Arbeit wird das generische Maskulinum verwendet. Gemeint sind, sofern nicht anders kenntlich gemacht, alle Geschlechter.

Krankenhausaufenthaltsdauer.⁷ Zusätzlich lässt sich in deutschen Kliniken der Trend beobachten, die große Anzahl dezentraler Institutsambulanzen zunehmend zu interdisziplinären ZNAs zu bündeln. Dies hat sowohl ökonomische als auch medizinische Gründe mit dem Ziel einer Effizienzsteigerung.⁸

In der ZNA wird mit verschiedenen Diagnosekategorien hantiert: Einweisungsdiagnose, Arbeitsdiagnose, ZNA-Diagnose, stationäre Entlassdiagnose.¹ Um die Qualität einer ZNA einschätzen zu können, dient eine einfache Formel: korrekte Diagnosestellungen pro Zeiteinheit.⁹ Um den vielfältigen Anforderungen einer ZNA gerecht zu werden, empfiehlt sich daher ein „organisiertes, strukturiertes und standardisiertes Vorgehen“.¹

1.2 Fehldiagnosen

In „To err is human“ beschäftigte sich das Institute of Medicine (United States) bereits im Jahr 2000 ausführlich mit dem Auftreten von Fehlern in der medizinischen Versorgung und deren Konsequenzen.¹⁰ Irren ist menschlich. Passieren Fehler jedoch auf Kosten von Patienten und deren Schicksale, so gilt es, diese Fehler bestmöglich zu vermeiden. Laut der World Health Organization (WHO) gehört die falsche oder verspätete Diagnosestellung zu einer der häufigsten Ursachen für Patientenschäden weltweit. Die WHO schätzt zudem, dass diagnostische Fehler zu etwa 10% der Todesfälle weltweit einen Beitrag leisten.¹¹ Das Auftreten einer Fehldiagnose kann nicht nur fatale Folgen für den einzelnen Patienten haben - die verursachten Folgekosten stellen auch eine enorme finanzielle Belastung der Gesundheitssysteme dar.

Stimmen die Aufnahmediagnose und Entlassdiagnose eines Patienten nicht miteinander überein, so geht dies mit einer erhöhten Morbidität und Mortalität einher. Vorherige Arbeiten konnten zeigen, dass Diagnose-Unterschiede mit einer höheren Rate an Intensivaufenthalten, einem längeren Krankenhausaufenthalt und einem höheren Risiko für erneute Krankenhausaufenthalte korrelieren.¹² Insbesondere Patienten mit komplexen klinischen und biopsychosozialen Anforderungen scheinen ein erhöhtes Risiko zu tragen, bei einer Interaktion mit dem Gesundheitssystem Schaden zu nehmen, beispielsweise im Rahmen einer Fehldiagnose.²

Balla et al. fanden heraus, dass die Initiierung und der Abschluss des kognitiven Prozesses der Diagnosefindung des Arztes am stärksten mit dem Risiko des diagnostischen Fehlers behaftet sind.¹³ Insbesondere kognitive Verzerrungen, die nicht wahrgenommen und hinterfragt werden, scheinen zu fehlerhaften Schlussfolgerungen zu führen.^{13,14} Auch die voreilige Festlegung auf eine Diagnose und das Übersehen von möglichen Differentialdiagnosen scheinen häufig vorkommende Fehler zu sein.¹⁵ In einer Studie von Okafor et al. wurden weitere Faktoren aufgedeckt, die zu diagnostischen Fehlern beitragen. Zum einen spielen erneut kognitive Faktoren wie die fehlerhafte Prozessierung von Informationen eine Rolle. Zum anderen werden auch systematische Faktoren wie eine hohe Arbeitsbelastung und ineffiziente Abläufe als problematisch aufgezeigt. Weitere Faktoren von Seiten der Patienten können atypische Krankheitspräsentationen und Schwierigkeiten in der Übermittlung der vollständigen Krankheitsgeschichte sein.¹⁶

In der Literatur ist man sich einig, dass diagnostische Fehler multifaktoriell bedingt sind. Ein wichtiger Ansatz zur Lösung dieses Problems ist die Implementierung einer Fehlerkultur im Gesundheitswesen.^{13,15-17}

Ein weiterer Lösungsansatz ist, in einer sich immer weiter digital entwickelnden Welt, dem Personal Unterstützung im Rahmen innovativer Technologien zur Seite zu stellen.¹⁸ Zum Beispiel könnten Warnhinweise in der elektronischen Patientenakte Ärzte darauf hinweisen, dass bei bestimmten Patienten ein erhöhtes Risiko für diagnostische Fehler besteht.¹⁷

1.3 Clinical Decision Support Systems

Clinical Decision Support Systems (CDSS) sind digitale Entscheidungsunterstützungshilfen. Die Begrifflichkeit „CDSS“ wird in der Literatur uneinheitlich verwendet. Im Folgenden sollen vorwiegend CDSS betrachtet werden, die zur Diagnosefindung beitragen. Diese werden auch als „Symptom Checker“ bezeichnet und stehen sowohl für professionelle Anwender als auch für Laien zur Verfügung.

Eine Reihe von Studien untersuchte über die Jahrzehnte hinweg bereits den Einsatz von CDSS. 1998 bewerteten Hunt et al. CDSS im Bereich der Diagnostik als nicht überzeugend, jedoch im Bereich der Medikamentendosierung und der

Prävention als vielversprechend. Sie konnten in 66% der Studien einen positiven Effekt auf die ärztliche Leistung beobachten.¹⁹ 2005 kamen Kawamoto et al. in einem Review mit über 70 eingeschlossenen Studien zu dem ähnlichen Ergebnis, dass CDSS die klinische Praxis in 68% der Studien verbesserten.¹⁸

Semigran et al. testeten 2015 23 Symptom-Checker-Apps anhand von standardisierten Fallvignetten und stellten fest, dass die Diagnosegenauigkeit für die erste Diagnose 34% und für die Top-3-Diagnosen 51.2% betrug.²⁰ In einer Folgestudie stellten die Autoren fest, dass Symptom Checker mit einer diagnostischen Treffsicherheit von durchschnittlich 51.2% jedoch deutlich hinter der von Ärzten lagen (84.3%).²¹ Die Autoren schlussfolgerten jedoch, dass CDSS im Vergleich zur einfachen „Google-Symptom-Suche“ eine Verbesserung darstellen würden.^{20,21}

In einer Studie aus Israel wurden die Krankengeschichten der Patienten über „medical record information systems“ aufgenommen und anschließend den Ärzten präsentiert, was diese besonders an arbeitsintensiven Tagen sehr schätzten.²² Auch Montazeri et al. kamen nach 33 Simulationen zu dem Schluss, dass die Eingabe der Eigenanamnese durch Patienten in ein App-basiertes Tool zu einer enormen Effizienzsteigerung in der ZNA führen könnte.²³

Jutel et al. stellten in ihrem Review von 2015 heraus, dass CDSS insbesondere in einer unübersichtlichen Arbeitsatmosphäre, wie beispielsweise in der ZNA, einen Nutzen haben können, da sie schnell und unkompliziert medizinisches Wissen verfügbar machen. Besonders bei seltenen Erkrankungen könnte dies von enormem Vorteil sein.^{24,25}

Baker et al. erhoben in einer Vignettenstudie eine gute diagnostische Treffsicherheit eines CDSS, vergleichbar mit der von Ärzten (ca. 80%). Außerdem bewerteten sie die Triage-Fähigkeit des getesteten CDSS als sicher. Zusätzlich verwiesen sie auf das Potenzial von CDSS, eine Gesundheitsversorgung auch in ressourcenarmen Umgebungen verfügbar zu machen.²⁶

Chambers et al. deuteten in ihrem systematischen Review an, dass die Verwendung von CDSS die Inanspruchnahme von Gesundheitsleistungen von Patienten verändern könne. Insbesondere junge und gebildete Patienten

scheinen CDSS bereitwillig zu verwenden, während ältere und weniger gebildete Patienten den klassischen Arzt-Patienten-Kontakt zu bevorzugen scheinen.²⁷

Rowland et al. wiesen darauf hin, dass digitale Apps auch in anderen Bereichen wie Prävention, Therapie, Compliance und Patientenedukation großes Potenzial mit sich bringen können.²⁸ Sutton et al. zeigten auf, dass CDSS auch zur Unterstützung beim klinischen Management, zur Übernahme administrativer Funktionen, zur Dokumentation und zur Kostendämpfung verwendet werden können.²⁹

Zeitgleich muss jedoch beachtet werden, dass CDSS bisher keiner Regulierung und Qualitätssicherung unterstehen. Auch die Unterscheidung zwischen der Laien- und Experten-Anwendung muss zwingend bei der Bewertung der CDSS differenziert werden.²⁵ Viele Studien warnen vor der Heterogenität der unterschiedlichen CDSS, betonen jedoch den potenziellen diagnostischen Nutzen, insbesondere von Algorithmen auf Basis von künstlicher Intelligenz (KI).³⁰⁻³² Alle vorliegenden Studien finden einen gemeinsamen Konsens: Es sind weitere validierte und standardisierte Untersuchungen erforderlich, um den Nutzen von CDSS genauer bewerten zu können.^{18-21,25-36}

1.4 Ada-App

Das Unternehmen Ada Health GmbH wurde 2011 von der Ärztin Dr. Claire Novorol, dem Physiologen und Neurowissenschaftler Prof. Dr. Martin Hirsch und dem Juristen und Unternehmer Daniel Nathrath gegründet. Die App des Unternehmens zählt über 12 Millionen Nutzer weltweit und ist in 7 Produktsprachen verfügbar. Die App ist kostenfrei erhältlich und ist ein Medizinprodukt der Klasse 1, einhergehend mit einem niedrigen Risiko für Patienten. Für die Verwendung ist eine Internetverbindung notwendig. Über ein maschinelles Lernsystem integriert die Ada-App die eingegebenen Symptome sowie patientenspezifische Daten in eine umfangreiche medizinische Datenbank. Mit Hilfe von künstlicher Intelligenz generiert die App dann Algorithmus basiert die wahrscheinlichsten Diagnosen und gibt einen Dringlichkeitshinweis ab. Neben der Symptomanalyse bietet die Ada-App auch eine umfangreiche medizinische Bibliothek für Laien.³⁷

2018 startete das Unternehmen die Global Health Initiative. Es handelt sich um eine Reihe an Projekten, die sich der Verbesserung der Verfügbarkeit und Bereitstellung von medizinischer Grundversorgung in unterversorgten Bevölkerungsgruppen weltweit widmen. Unterstützt wird das Unternehmen dabei von der „Fondation Botnar“ und der „Bill and Melinda Gates Foundation“.³⁷

In bisherigen Studien konnte die Ada-App vielversprechende Ergebnisse liefern: Gilbert et al. stellten in einer Vignettenstudie fest, dass die App 99% aller Krankheitsbilder erfasste und in 97% der Fälle einen korrekten Dringlichkeitshinweis bot.³⁸

In einer retrospektiven Studie mit seltenen Erkrankungen konnte die Ada-App in 53.8% der Fälle die richtige Krankheit vor dem Zeitpunkt der klinischen Diagnose unter ihren Verdachtsdiagnosen aufzählen. Die richtige Diagnose wurde beim ersten dokumentierten Patientenbesuch in 33.3 % (Top-5-Fit) vorgeschlagen.³⁹

Ceney et al. testeten 2021 12 CDSS und ermittelten eine mittlere diagnostische Treffsicherheit von 51.0%. Die Ada-App schnitt hierbei mit einer diagnostischen Treffsicherheit von 84% mit Abstand am besten ab.⁴⁰

In einer Studie aus Großbritannien fanden 97.8% der Patienten in der ambulanten Versorgung die Ada-App benutzerfreundlich. Jedoch ließ sich auch ein altersbezogener Trend verzeichnen: Während bei den 18 bis 24-jährigen Patienten 93% den Rat der App als hilfreich einstufen, waren es bei den >70-jährigen Patienten nur 59%. 12.8% der Patienten hätte aufgrund von Empfehlungen der App eine weniger intensive Beanspruchung des Gesundheitssystems vorgenommen.⁴¹

Aufgrund der vorliegenden Daten und der Tatsache, dass die Ada-App in den aufgeführten Studien anderen Tools überlegen ist, haben wir uns in der vorliegenden Studie für die Ada-App entschieden.

Zum besseren Verständnis finden sich im Anhang Screenshots eines Falls einer Patientin mit Ovarialtorsion aus der Ada-App (Siehe 8.1).

1.5 Leitsymptom Abdominalschmerz

Das Symptom Abdominalschmerz gehört zu einem der häufigsten Gründe für eine Vorstellung in der ZNA weltweit.⁴² Hinter dem Symptom können von chronisch über subakut bis zu perakut verlaufende Erkrankungen stehen. Die Schmerzen können je nach Ursache rechts oder links, im Ober- oder Unterbauch, epigastrisch, periumbilikal, in der Leiste oder in der Flanke lokalisiert sein.

Typische assoziierte Symptome sind: Appetitlosigkeit, Diarrhö, Dysphagie, Emesis, Fieber, Gewichtsverlust, Hämatemesis, Hämatochezie, Husten, Ikterus, Meläna, Meteorismus, Miktionsbeschwerden, Müdigkeit, Nachtschweiß, Nausea, Obstipation, Reflux und Schwindel.^{43,44}

An der Ätiologie beteiligt sein können differentialdiagnostisch das Herz, der Ösophagus, die Lunge, der Magen, die Gallenwege, die Leber, die Milz, das Pankreas, das Duodenum, das Jejunum, das Ileum, das Kolon, die Gefäße, das Bindegewebe, die Harnwege, die Niere, die Geschlechtsorgane und das Immunsystem. Dementsprechend erstrecken sich die möglichen Differentialdiagnosen über mehrere Disziplinen, sodass eine enge Zusammenarbeit von Internisten, Chirurgen, Gynäkologen, Urologen, Labormedizinern und Radiologen notwendig ist.^{43,44}

Die Standarddiagnostik bei Abdominalschmerzen in der ZNA besteht aus einer Anamnese, einer körperlichen Untersuchung, der Erhebung von Vitalparametern, einer Blutentnahme, einer Sonografie sowie gegebenenfalls einem fächerübergreifenden Konsil. Je nach Verdachtsdiagnose können zusätzlich das Röntgen, die Computertomografie, die Angiografie, die Endoskopie oder die diagnostische Laparoskopie zum Einsatz kommen.^{43,44}

Als sehr häufiges und vielseitiges Symptom, erscheint das Leitsymptom Abdominalschmerz das ideale Symptom zur Testung einer Diagnostik-App.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die häufigsten (Top 20) geschlechterspezifischen Ätiologien akuter Abdominalschmerzen nach Murata et al.⁴² Die große Varianz der möglichen Differentialdiagnosen lässt sich der Tabelle entnehmen.

Table 1: Geschlechterspezifische Ätiologie akuter Abdominalschmerzen

Männliche Patienten (n=5268)		Weibliche Patienten (n=6941)	
Ätiologie	Anzahl der Fälle (%)	Ätiologie	Anzahl der Fälle (%)
Intestinale Infektion	606 (11.5%)	Intestinale Infektion	765 (11.0%)
Akute Appendizitis	483 (9.2%)	Ileus	557 (8.0%)
Ileus	481 (9.1%)	Neoplasie des Uterus oder Ovar	548 (7.9%)
Peritonitis	335 (6.4%)	Akute Appendizitis	498 (7.2%)
Cholezystolithiasis	328 (6.2%)	Entzündung des Uterus oder Ovar	459 (6.6%)
Divertikulose	213 (4.0%)	Peritonitis	330 (4.8%)
Magenulkus	208 (4.0%)	Nicht-entzündliche Krankheiten des Uterus oder Ovar	275 (4.0%)
Urolithiasis	157 (3.0%)	Krankheiten assoziiert mit einer Schwangerschaft	238 (3.4%)
Gastritis und Duodenitis	146 (2.8%)	Cholezystolithiasis	227 (3.3%)
Akute Pankreatitis	134 (2.5%)	Obstipation	226 (3.3%)
Obstipation	121 (2.3%)	Gastritis und Duodenitis	192 (2.8%)
Akute Cholezystitis	112 (2.1%)	Divertikulose	186 (2.7%)
Duodenales Ulkus	112 (2.1%)	Arterielle Verschlusskrankheit viszeraler Gefäße	167 (2.4%)
Störungen des Verdauungstrakts	110 (2.1%)	Magenulkus	147 (2.1%)
Arterielle Verschlusskrankheit viszeraler Gefäße	103 (2.0%)	Störungen des Verdauungstrakts	118 (1.7%)
Kolorektales Karzinom	81 (1.5%)	Urolithiasis	111 (1.6%)
Dyspepsie	68 (1.3%)	Endometriose	92 (1.3%)
Darmperforation	59 (1.1%)	Akute Cholezystitis	91 (1.3%)
Akute Cholangitis	56 (1.1%)	Akute Pankreatitis	86 (1.2%)
Hernie	48 (0.9%)	Kolorektales Karzinom	67 (1.0%)

1.6 Ziel und Fragestellung

Vor dem in der Einleitung dargestellten Problemhintergrund der überlasteten ZNAs und den vielversprechenden CDSSs, sollte im Rahmen der prospektiven eRadaR-Studie die Effizienz der Ada-App im Setting einer ZNA untersucht werden. Die vorliegende Arbeit hat unter Bezugnahme auf die durchgeführte Studie das folgende Ziel: Es soll geklärt werden, welchen Einfluss der Diagnosezeitpunkt auf das Outcome von Patienten mit akutem Abdominalschmerz in der ZNA hat und inwiefern die Ada-App den Diagnosezeitpunkt beeinflussen kann. Hierzu sollen die folgenden Fragen beantwortet werden:

1. Welche Unterschiede zeigen sich hinsichtlich der Verwendung apparativer Diagnostik, dem Auftreten von Komplikationen, der Morbidität und Mortalität bei „früh“ versus „spät“ diagnostizierten Patienten?
2. Hat ein CDSS wie die Ada-App das Potenzial den Diagnosezeitpunkt zu verfrühen und entsprechend das Outcome der Patienten zu beeinflussen?

2 Patienten und Methoden

2.1 Studiendesign

Die eRadaR Studie ist eine prospektive doppelt verblindete Beobachtungsstudie mit dem Ziel der Evaluierung der diagnostischen Genauigkeit der Ada-App in der zentralen Notaufnahme. Das Manuskript wurde auf dem Kongress der European Surgical Association (ESA) 2022 in Lissabon vorgestellt und anschließend in der ESA Ausgabe der Zeitschrift *Annals of Surgery* (Ausgabe 276, Nummer 5, November 2022) akzeptiert und veröffentlicht.⁴⁵

Es erfolgte die prospektive Erfassung von Patienten über 18 Jahren, die sich im Zeitraum vom 31.08.2020 bis zum 13.06.2021 in der zentralen Notaufnahme des Universitätsklinikums Frankfurt am Main mit dem Leitsymptom Abdominalschmerz vorstellten. Die Studie wurde von der lokalen Ethikkommission der Universität Frankfurt genehmigt (April 2020, 19-522) und im Deutschen Register klinischer Studien registriert (DRKS00019098). Das Studienprotokoll wurde vor Beginn der Studie veröffentlicht.⁴⁶

2.1.1 Patientenselektion

Während des Erfassungszeitraumes wurden alle Patienten, die sich mit Abdominalschmerz in der ZNA vorstellten, auf einer Screening-Liste festgehalten. Anschließend wurde geprüft, ob die Einschlusskriterien erfüllt sind:

- Alter >18 Jahre
- Leitsymptom Abdominalschmerz
- Einwilligungsfähigkeit
- Beherrschen der Sprachen Deutsch oder Englisch

Nicht eingeschlossen wurden Patienten, bei denen folgende Ausschlusskriterien zutrafen:

- Alter <18 Jahre
- Instabile Patienten, die eine akutmedizinische Versorgung benötigten
- Patienten, die nicht eigenständig die App bedienen konnten
- Sprachbarriere
- Kognitive Einschränkungen

Auf der Screening-Liste befanden sich 527 Patienten, wobei 71 Patienten nicht die genannten Einschlusskriterien erfüllten, sodass insgesamt 456 Patienten in die Studie aufgenommen worden sind. Im Verlauf mussten insgesamt sechs Patienten ausgeschlossen werden. Fünf Patienten hiervon verließen die Notaufnahme, bevor ein ärztlicher Kontakt stattfinden konnte. Ein weiterer Patient hat seine Einwilligung widerrufen. Die Analyse-Gruppe bestand aus n=450 Patienten. Abbildung 1 visualisiert die Patientenselektion.

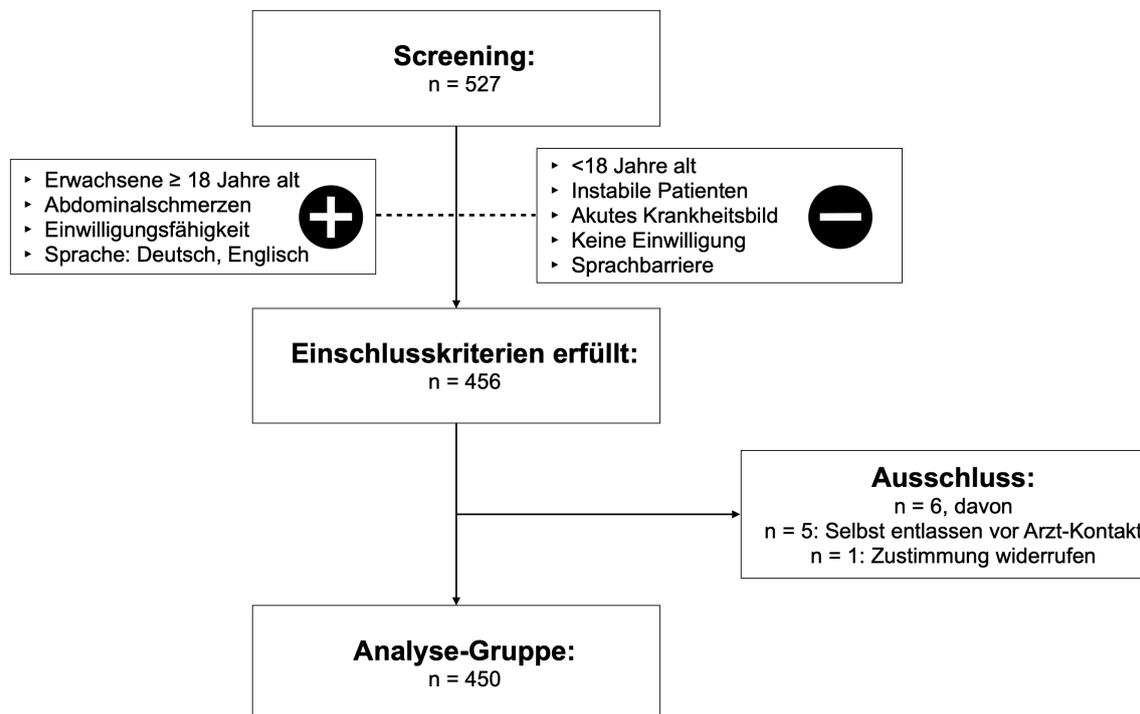


Abbildung 1: eRadaR-Studie – Flow-Chart

2.1.2 Visiten

2.1.2.1 Visite 1

Unmittelbar nach der Triage durch eine Pflegefachkraft wurden die Patienten über die Studie informiert und aufgeklärt. Die Patienten willigten schriftlich der Teilnahme der Studie ein. Den Patienten wurde anschließend ein Tablet überreicht, über welches sie ihre Symptome in die Ada-App eingaben. Der Ada-Chatbot stellte dann in Abhängigkeit der individuellen Symptome weitere Fragen. Der Beginn des Algorithmus war stets gleich: Fragen 1 bis 6 waren Entscheidungsfragen, Frage 7 war eine offene Frage. Ab Frage 8 stellte der Ada-Chatbot dann individualisierte Fragen.

1. „Sind Sie männlich oder weiblich?“
2. „Wann wurden Sie geboren?“
3. „Rauchen Sie?“
4. „Wurde bei Ihnen jemals ein Bluthochdruck diagnostiziert?“
5. „Haben Sie Diabetes?“
6. ♀ : „Sind Sie schwanger?“
7. „Was beschäftigt Sie am meisten?“
8. Ab hier individualisierte Fragen...

Die Patienten-App-Interaktion dauerte zwischen 10 und 20 Minuten. Anschließend schlug die App 2 bis 5 Differentialdiagnosen geordnet nach absteigender Wahrscheinlichkeit vor. Zudem gab sie eine Einschätzung ab, mit welcher Dringlichkeit die Person ärztlichen Rat in Anspruch nehmen sollte. Die App-Diagnosen wurden streng doppelt verblindet: Weder der Patient noch der behandelnde Arzt erfuhren die Ergebnisse.

Im Anschluss an das App-Interview wurden allgemeine demographische Daten, aktuelle Symptome und bekannte Vorerkrankungen der Patienten dokumentiert. Zur Erfassung der Komorbiditäten und Einschätzung der Frailty-assoziierten Risiken wurden der Charlson Comorbidity Index⁴⁷ (CCI, siehe Anhang 8.2), der Risk Analysis Index⁴⁸ (RAI-C Score, siehe Anhang 8.3) und der American Society of Anesthesiologists Score⁴⁹ (ASA, siehe Tabelle 2) erhoben.

Tabelle 2: ASA-Score nach der American Society of Anesthesiologists

ASA-Risikogruppen	
ASA 1	„Normaler“, sonst gesunder Patient
ASA 2	Leichte Allgemeinerkrankung, keine Leistungseinschränkung
ASA 3	Schwere Allgemeinerkrankung mit Leistungseinschränkung
ASA 4	Schwere Allgemeinerkrankung mit Leistungseinschränkung, prinzipiell lebensbedrohlich mit oder ohne Operation
ASA 5	Patient liegt im Sterben, Tod mit oder ohne Operation innerhalb von 24h zu erwarten
ASA 6	Hirntoter Patient

Darauffolgend wurde der Patient von einem Arzt der Notaufnahme untersucht. Die Arbeitsdiagnose und Differentialdiagnosen des behandelnden Arztes wurden noch vor der weiterführenden Diagnostik notiert.

Die Verdachtsdiagnosen (bis zu 5) der App und des behandelnden Arztes wurden nach der internationalen Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme (ICD-10) dokumentiert. Auch relevante Blutwerte wurden festgehalten (C-reaktives-Protein, Leukozyten, Natrium, Kalium, Kreatinin, Albumin, Bilirubin, Hämoglobin, Thrombozyten, International Normalized Ratio). Überdies wurde erfasst, welche Diagnostik in der Notaufnahme durchgeführt worden ist (Computertomografie, Magnetresonanztomografie, Röntgen, Sonografie, Elektrokardiografie, Endoskopie, Labor, Konsil).

2.1.2.2 Visite 2 und 3

Die Informationen für die Visiten 2 (Tag 7 des stationären Aufenthaltes) und 3 (Tag 14 des stationären Aufenthaltes) wurden der elektronischen Patientenakte entnommen, es fand kein Patienten-Kontakt statt. Hierbei wurden diagnostische Parameter, Interventionen, Operationen, weitere Therapien und Komplikationen dokumentiert. Die Komplikationen wurden nach der Clavien-Dindo-Klassifikation^{50,51} (Siehe Tabelle 3) und dem Comprehensive Complication Index^{52,53} (CoCI, siehe Anhang 8.4) klassifiziert. Major-Komplikationen wurden als Komplikationen \geq Grad IIIa definiert. Die Clavien-Dindo-Klassifikation wurde sowohl für chirurgische als auch für internistische Patienten angewandt, da es in der Inneren Medizin keinen vergleichbaren Goldstandard zur Erfassung von Komplikationen gibt. Zudem konnten die Komplikationen der Studienpatienten hierdurch quantifiziert und verglichen werden.

Tabelle 3: Clavien-Dindo-Klassifikation postoperativer Komplikationen

Grad	Definition
I	Jede Abweichung vom normalen postoperativen Verlauf ohne Notwendigkeit einer pharmakologischen, operativen, endoskopischen oder radiologischen Intervention. Erlaubtes therapeutisches Regime: Medikamente wie Antiemetika, Antipyretika, Diuretika, Elektrolyte und Physiotherapie
II	Bedarf an medikamentöser Behandlung mit nicht unter Grad I angeführten Medikamenten inklusive parenterale Ernährung und Bluttransfusionen
III	Komplikationen mit chirurgischem, endoskopischen oder radiologischem Interventionsbedarf
IIIa	Ohne Vollnarkose
IIIb	Mit Vollnarkose
IV	Lebensbedrohliche Komplikationen (einschließlich ZNS-Komplikationen wie Hirnblutung, ischämischer Insult, Subarachnoidalblutung jedoch exklusive TIA), die eine intensivmedizinische Behandlung verlangen
IVa	Dysfunktion eines Organs (inklusive Dialyse)
IVb	Dysfunktion multipler Organe
V	Tod des Patienten

2.1.2.3 Visite 4

Am Tag der Krankenhaus-Entlassung fand die Visite 4 statt. Die Informationen für die Visiten 4 wurden der elektronischen Patientenakte entnommen, es fand kein Patienten-Kontakt statt. Es wurden erneut diagnostische Parameter, Interventionen, Operationen, weitere Therapien und Komplikationen erhoben. Überdies wurde die Länge des Krankenhausaufenthaltes dokumentiert und die finale Diagnose wurde festgehalten.

2.1.2.4 Visite 5

Schließlich fand nach 90 Tagen die Visite 5 im Rahmen eines telefonischen Follow-Ups statt. Hier wurden erneut der RAI-C Score und ein modifizierter Comprehensive Complication Index erhoben (siehe Anhang 8.5). Auch eventuelle Änderungen der Diagnose wurden dokumentiert. 76% der Patienten konnten bis zum 90-Tage-Follow-Up verfolgt werden.

Abbildung 2: eRadaR-Studie – Ablauf gibt einen schematischen Überblick über den Ablauf der Studie.

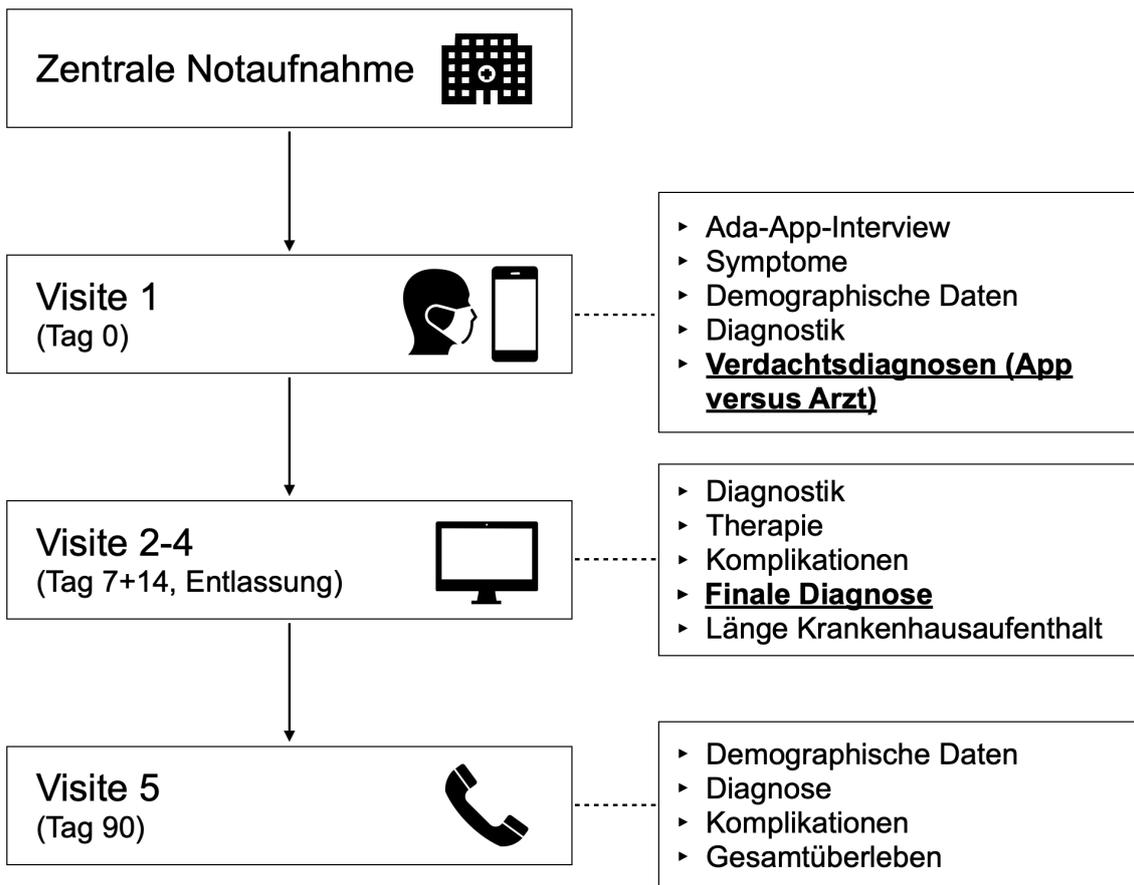


Abbildung 2: eRadaR-Studie – Ablauf

2.1.3 Endpunkte

Der primäre Endpunkt der Studie war die Bewertung der diagnostischen Genauigkeit der Ada-App. Hierfür wurden die vom App-Algorithmus vorgeschlagenen Diagnosen mit den Diagnosen der klassischen Arzt-Patienten-Interaktion verglichen.

Sekundäre Endpunkte der Studie waren: der Zeitpunkt der endgültigen Diagnose, die Verwendung apparativer Diagnostik, die vergangene Zeit bis zur adäquaten Behandlung, das Auftreten von Komplikationen, die Gesamtdauer des Krankenhausaufenthalts und die Komorbidität und Mortalität der Patienten.

2.2 Datenerfassung

Die Patientendaten wurden in pseudonymisierter Form festgehalten, jeder Patient erhielt eine zufällige 4-stellige Patienten-Identifikationsnummer. Die zu erfassenden Parameter wurden aus den elektronischen Patientenakten (Krankenhausinformationssystem ORBIS) entnommen. Unter den eingesehenen Dokumenten waren Arztbriefe, Patientenstammbblätter, Visiteneinträge, OP-Berichte und Anästhesieprotokolle, Befunde von Untersuchungen, Laborbefunde und Patientenkurven. Als Zeitpunkt der Vorstellung wurde der Aufnahmezeitpunkt in die elektronische Patientenakte (ORBIS) durch die ZNA definiert.

2.3 Statistische Auswertung

Die Berechnung der Stichprobengröße basierte auf der Annahme, dass mehr als 30% der ärztlichen Aufnahmediagnosen nicht mit den endgültigen Entlassungsdiagnosen übereinstimmen würden und dass die Ada-App das Potenzial hat, die diagnostische Genauigkeit von 70% auf 85% zu steigern. Unter Berücksichtigung einer Power von 90%, einem beidseitigen Signifikanzniveau (Alpha) von 0.05 und einer geschätzten Drop-Out Rate von 10% wurde eine Fallzahl von n=450 Patienten kalkuliert. In diesem Fall sollte die Breite des 95%-Konfidenzintervalls für die diagnostische Genauigkeit maximal 0.1 betragen.

Die erhobenen Daten wurden zunächst pseudonymisiert in Microsoft Excel tabellarisch festgehalten. Die statistische Auswertung erfolgte mittels IBM SPSS Statistics, Version 29.0.

Um die Unterschiede in kategorialen Variablen zu untersuchen, wurden der Fisher-Exakttest und der Chi²-Test verwendet. Alle kontinuierlichen Variablen wurden mit dem Mann-Whitney-U-Test verglichen. Ein p-Wert kleiner 0.05 wurde als statistisch signifikant gewertet.

3 Ergebnisse

3.1 Demografie des Patientenkollektivs

Im Zeitraum von September 2020 bis Juli 2021 wurden 450 Patienten, die sich mit dem Leitsymptom Abdominalschmerzen in der zentralen Notaufnahme des Universitätsklinikums Frankfurt vorstellten, in die Studie aufgenommen.

Unter den Patienten waren 235 Frauen (52.2%) und 215 Männer (47.8%). Das Durchschnittsalter betrug bei Aufnahme 46 Jahre, die Spannweite betrug 18 bis 97 Jahre. 200 Patienten (44.4%) wurden allgemein chirurgisch behandelt, 206 Patienten (45.8%) wurden internistisch behandelt, und 44 (9.8%) wurden von „anderen“ Fachrichtungen (vorwiegend Gynäkologie und Urologie) behandelt.

Im Rahmen der Auswertung wurde die Kohorte n=450 anhand des Diagnosezeitpunktes in zwei Gruppen unterteilt. Die finale Diagnose wurde über die Entlassdiagnose definiert. Der Diagnosezeitpunkt wurde der elektronischen Patientenakte entnommen.

Patienten, die noch am Tag ihrer Erstvorstellung (= Tag 0) die finale Diagnose erhielten, bildeten die Gruppe „früh diagnostiziert“ (82.7%, n=372/450). Patienten, die ihre finale Diagnose erst im Verlauf (= Tag 1–24) erhielten, bildeten die Gruppe „spät diagnostiziert“ (17.3%, n=78/450). Im Folgenden wird auf die Gruppen mit „früh“ oder „spät“ verwiesen.

Tabelle 4 zeigt die verschiedenen Zeitpunkte der Diagnosestellung. Abbildung 3 visualisiert schematisch den Ablauf der Studie und die Unterteilung der Patienten in zwei Gruppen anhand des Diagnosezeitpunktes.

Tabelle 4: Zeitpunkt der finalen Diagnose

Diagnosezeitpunkt	Anzahl Patienten	Früh/Spät
Tag 0	372	Früh
Tag 1	42	Spät
Tag 2	10	Spät
Tag 3	5	Spät
Tag 4	8	Spät
Tag 5	3	Spät
Tag 6	1	Spät
Tag 7	3	Spät
Tag 9	4	Spät
Tag 16	1	Spät
Tag 24	1	Spät

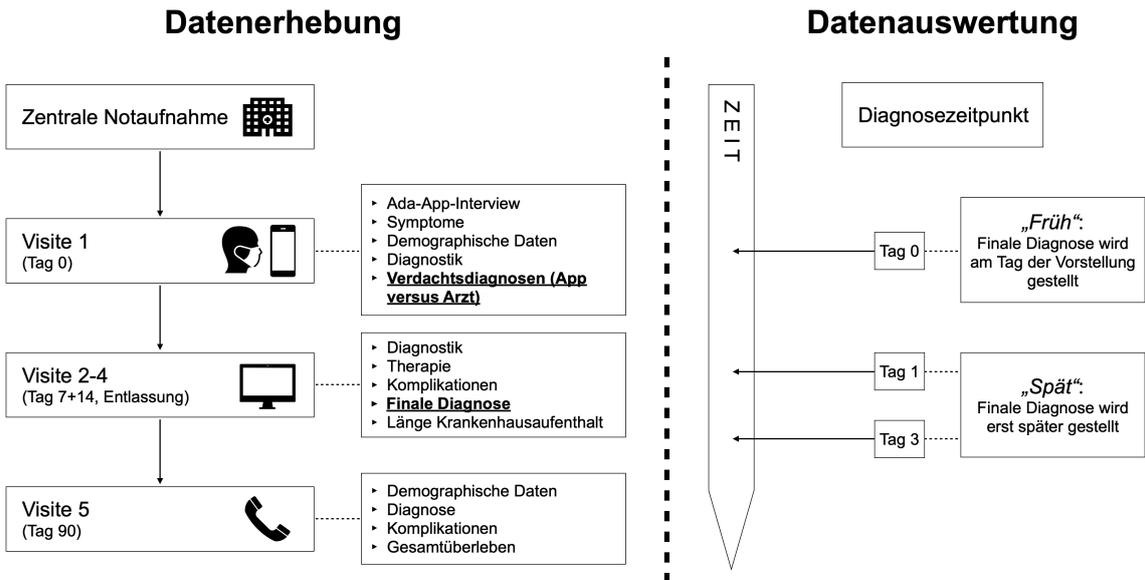


Abbildung 3: Datenerhebung und Datenauswertung

Die Gruppen „früh“ und „spät“ waren hinsichtlich Alter und ASA-Score vergleichbar aufgestellt. Die meisten Patienten (44.0%, n=198/450) ließen sich der ASA-Gruppe II (Patienten mit leichter Allgemeinerkrankung) zuordnen.

Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen zeigten sich beim Geschlecht und bei der Komorbidität. In der „späten“ Gruppe fand sich mit 60.3% (n=47/78) ein signifikant höherer Anteil von Männern im Vergleich zu 45.2% (n=168/372) in der „frühen“ Gruppe (p=0.018). Sowohl der CCI mit durchschnittlich 0.7 versus 1.1 (p=0.045) als auch der RAI-C Score mit durchschnittlich 8.06 versus 9.9 (p<0.001) weisen auf eine höhere Komorbidität der Patienten in der „späten“ Gruppe zum Zeitpunkt der Vorstellung in der ZNA hin.

Tabelle 5 lassen sich weitere Informationen zur Demografie des Patientenkollektivs entnehmen.

Tabelle 5: Patientencharakteristika

Variablen	Gesamt (n=450)	Diagnosezeitpunkt		P-Wert
		Früh (n=372)	Spät (n=78)	
Patientencharakteristika				
Alter; <i>Mittelwert (Range)</i>	46 (18-97)	46 (18-97)	48 (18-85)	0.389
Geschlecht; <i>n (%)</i>				0.018
Weiblich ♀	235 (52.2)	204 (54.8)	31 (39.7)	
Männlich ♂	215 (47.8)	168 (45.2)	47 (60.3)	
ASA Score; <i>n (%)</i>				0.097
I	165 (36.7)	141 (37.9)	24 (30.8)	
II	198 (44.0)	164 (44.1)	34 (43.6)	
III	81 (18.0)	64 (17.2)	17 (21.8)	
IV	6 (1.3)	3 (0.8)	3 (3.8)	
CCI; <i>Mittelwert (Range)</i>	0.67 (0-7)	0.7 (0-6)	1.1 (0-7)	0.045
RAI-C Score; <i>Mittelwert (Range)</i>	8.37 (2-49)	8.06 (2-47)	9.9 (2-49)	<0.001

Die angegebenen Werte sind Zahlen (Prozent), sofern nicht anders angegeben.

ASA = American Society of Anesthesiologists

CCI = Charlson Comorbidity Index

RAI-C = Clinical Risk Analysis Index

3.2 Finale Diagnosen

Die finalen Diagnosen der 450 Patienten lassen sich in 12 Diagnosegruppen einteilen, die Tabelle 6 zu entnehmen sind. Die Häufigkeit der verschiedenen Diagnosen war in den Gruppen „früh“ und „spät“ ähnlich verteilt. Lediglich die Diagnose Cholelithiasis/Cholezystitis hatte einen größeren Anteil in der „späten“ Gruppe (13.4% versus 23.1%). Der Unterschied zeigte sich im Exakten Test nach Fisher signifikant ($p=0.037$).

Tabelle 6: Finale Diagnosen

Variablen	Gesamt (n=450)	Diagnosezeitpunkt		P-Wert
		Früh (n=372)	Spät (n=78)	
Diagnosegruppen; n (%)				
Cholelithiasis/Cholezystitis	68 (15.1)	50 (13.4)	18 (23.1)	0.037
Kolitis/Divertikulitis	57 (12.7)	47 (12.6)	10 (12.8)	1.0
Obstipation	55 (12.2)	47 (12.6)	8 (10.3)	0.704
Akute Appendizitis	45 (10.0)	41 (11.0)	4 (5.1)	0.146
Gastritis/Ösophagitis	45 (10.0)	37 (9.9)	8 (10.3)	1.0
Pankreatitis	34 (7.6)	27 (7.3)	7 (8.9)	0.637
Nephrolithiasis/HWI	31 (6.9)	29 (7.8)	2 (2.6)	0.137
Gastroenteritis	25 (5.6)	20 (5.4)	5 (6.4)	0.785
Mechanischer Ileus	16 (3.6)	14 (3.8)	2 (2.6)	1.0
Gynäkologische Diagnosen	8 (1.8)	6 (1.6)	2 (2.6)	0.632
Unklar	34 (7.6)	29 (7.8)	5 (6.4)	0.816
Andere	32 (7.1)	25 (6.7)	7 (9.0)	0.470

Die angegebenen Werte sind Zahlen (Prozent), sofern nicht anders angegeben.
HWI = Harnwegsinfekt

3.3 Komplikationen und Mortalität

Beim Auftreten von Komplikationen gab es signifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen. Bei den „früh“ diagnostizierten Patienten traten in 57.0% (n=212/372) der Fälle keine Komplikationen im Sinne der Clavien-Dindo-Klassifikation auf. Von den „spät“ diagnostizierten Patienten blieben mit nur 17.9% (n=14/78) signifikant weniger Patienten komplikationsfrei ($p < 0.001$).

8.9% (n=33/372) der „früh“ diagnostizierten Patienten entwickelten eine Major-Komplikation (\geq Grad III). In der „späten“ Gruppe traten mit 17.9% (n=14/78) signifikant mehr Major-Komplikationen auf ($p = 0.024$). Analog dazu war der Comprehensive Complication Index bei den „spät“ diagnostizierten Patienten höher (13.1 versus 25.6; $p < 0.001$).

Auch der 90-Tage-CoCI wies einen signifikanten Unterschied zwischen „früh“ (22.4) und „spät“ (33.1) auf ($p < 0.001$). Der 90-Tage-RAI-C-Score zeigte hingegen keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Die 90-Tage-Mortalität lag in der „frühen“ Gruppe mit 2.4% tendenziell niedriger als in der „späten“ Gruppe mit 5.0%. Dieser Unterschied zeigte sich jedoch nicht signifikant ($p = 0.386$).

„Spät“ diagnostizierte Patienten verweilten mit durchschnittlich 6.7 Tagen signifikant länger im Krankenhaus als „früh“ diagnostizierte Patienten mit durchschnittlich 2.6 Tagen ($p < 0.001$). Die Spannweite der Länge des Krankenhausaufenthaltes der gesamten Gruppe (n=450) belief sich auf 0 bis 63 Tage.

Tabelle 7 zeigt die Komplikationen, die Komorbidität, die Mortalität und die Länge des Krankenhausaufenthaltes der Patienten. Abbildung 4 visualisiert die Komplikationen in Abhängigkeit des Diagnosezeitpunktes in einem Boxplot.

Tabelle 7: Komplikationen und Komorbidität

Variablen	Gesamt (n=450)	Diagnosezeitpunkt		P-Wert
		Früh (n=372)	Spät (n=78)	
Komplikationen und Mortalität				
Clavien-Dindo-Grad; n (%)				<0.001
Keine Komplikationen	226 (50.2)	212 (57.0)	14 (17.9)	
Major ≥ Grad IIIa	47 (10.5)	33 (8.9)	14 (17.9)	0.024
IIIa	32 (7.1)	25 (6.7)	7 (8.9)	
IIIb	3 (0.7)	1 (0.3)	2 (2.6)	
IVa	6 (1.3)	2 (0.5)	4 (5.1)	
IVb	3 (0.7)	3 (0.8)	0 (0)	
V	3 (0.7)	2 (0.5)	1 (1.3)	
CoCI; MW (Range)	14.7 (0-100)	13.1 (0-100)	25.6 (0-100)	<0.001
90d CoCI*; MW (Range)	23.4 (0-100)	22.4 (0-100)	33.1 (0-100)	<0.001
90d RAI-C; MW (Range)	8.06 (2-49)	8.06 (2-49)	8.04 (2-47)	0.722
90d Mortalität; n (%)	10 (3.3)	7 (2.4)	3 (5.0)	0.386
KH-Aufenthalt (d); MW (Range)	3.3 (0-63)	2.6 (0-59)	6.7 (0-63)	<0.001

Die angegebenen Werte sind Zahlen (Prozent), sofern nicht anders angegeben.

KH = Krankenhaus, MW = Mittelwert

Clavien-Dindo-Klassifikation = Erfassung von Komplikationen

CoCI = Comprehensive Complication Index

*Modifizierter Comprehensive Complication Index für 90d-Visite

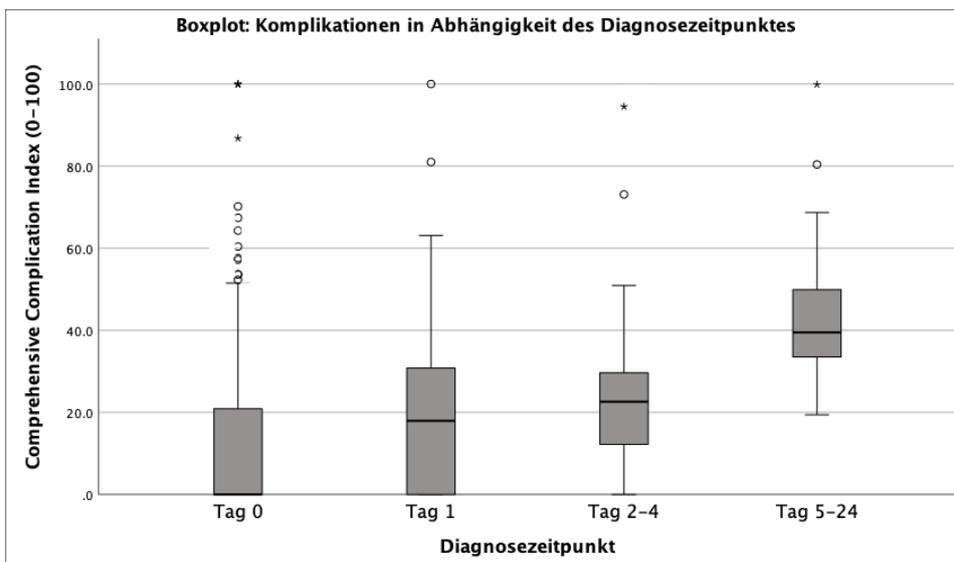


Abbildung 4: Komplikationen in Abhängigkeit des Diagnosezeitpunktes

3.4 Apparative Diagnostik

86.4% (n=389/450) der Patienten wurden entweder in der ZNA oder im Verlauf ihres Krankenhausaufenthaltes sonografisch untersucht. Somit war die Sonografie die am häufigsten durchgeführte apparative Diagnostik.

Die „spät“ diagnostizierten Patienten nahmen insgesamt mehr apparative Diagnostik in Anspruch als die „früh“ diagnostizierten: Es wurden mehr EKGs (34.2% versus 48.7%; p=0.020), mehr Röntgen-Untersuchungen (22.8% versus 43.6%; p<0.001), mehr CTs (30.6% versus 48.7%; p=0.004), mehr diagnostische Endoskopien (13.7% versus 46.2%; p<0.001) und mehr Konsile in der ZNA (25.8% versus 38.5%; p=0.027) veranlasst. Auch Sonografien und MRTs wurden in der „späten“ Gruppe häufiger durchgeführt, jedoch war hier der Unterschied nicht signifikant.

Tabelle 8 zeigt die apparative Diagnostik der „frühen“ und „späten“ Gruppe im Vergleich.

Tabelle 8: Apparative Diagnostik

Variablen	Gesamt (n=450)	Diagnosezeitpunkt		P-Wert
		Früh (n=372)	Spät (n=78)	
Apparative Diagnostik; n (%)				
Sonographie	389 (86.4)	317 (85.2)	72 (92.3)	0.104
Elektrokardiogramm	165 (36.7)	127 (34.2)	38 (48.7)	0.020
Röntgen	119 (26.4)	85 (22.8)	34 (43.6)	<0.001
Computertomographie	152 (33.8)	114 (30.6)	38 (48.7)	0.004
Magnetresonanztomographie	10 (2.2)	6 (1.6)	4 (5.1)	0.076
Diagnostische Endoskopie	87 (19.3)	51 (13.7)	36 (46.2)	<0.001
Konsil (ZNA)	126 (28.0)	96 (25.8)	30 (38.5)	0.027

Die angegebenen Werte sind Zahlen (Prozent), sofern nicht anders angegeben.

ZNA = Zentrale Notaufnahme

3.5 Ökonomische Aspekte

Zur weiteren Betrachtung der apparativen Diagnostik wurde jeder Untersuchung die passende Ziffer nach der Gebührenordnung der Ärzte (GOÄ)⁵⁴ und die jeweilige Kostenpauschale zugeordnet. Tabelle 9 fasst dies zusammen.

Tabelle 9: Gebührenordnung für Ärzte (GOÄ) – Ziffern & Kostenpauschale

Apparative Diagnostik	GOÄ-Ziffer	Kostenpauschale (€)
Ultraschalluntersuchung eines Organs	410	26,81
Elektrokardiographische Untersuchung	652	25,94
Röntgen Bauchübersicht in zwei Ebenen	5191	29,14
Computertomografie		
Kopfbereich	5370	209,83
Hals- und/oder Thoraxbereich	5371	241,31
Abdominalbereich	5372	272,78
Aorta	5375	209,83
Mit Kontrastmittel	5376	52,46
Magnetresonanztomografie		
Abdomen und/oder Becken	5720	461,64
Thorax und/oder Hals, Aorta	5715	451,14
Mit Kontrastmittel	5731	104,92
Diagnostische Endoskopie		
Bronchoskopie oder Thorakoskopie	677	80,44
Hohe Koloskopie bis zum Coecum	687	201,09
Ösophago-Gastro-Bulboskopie	684	160,87
Endosonografie	410	+26,81
Transösophageales Sonografie	402	+26,23

Die angegebenen Werte sind Ziffern / Kosten, sofern nicht anders angegeben.

Summiert man die Kosten der abgelaufenen apparativen Diagnostik pro Patient, so lässt sich erkennen, dass die „spät“ diagnostizierten Patienten im Schnitt apparative Diagnostik im Wert von 467,57€ in Anspruch nahmen. Die „früh“ diagnostizierten hingegen benötigten im Schnitt apparative Diagnostik im Wert von 243,62€. Der Unterschied zeigte sich im Mann-Whitney-Test signifikant ($p < 0.001$). Die Range betrug 0€ bis 1750,06€. Im Median benötigten „früh“ diagnostizierte Patienten apparative Diagnostik im Wert von 52,75€.

Tabelle 10 lassen sich die durchschnittlichen Kosten pro Patient für apparative Diagnostik entnehmen. Abbildung 5 visualisiert die Kosten der apparativen Diagnostik in Abhängigkeit des Diagnosezeitpunktes.

Tabelle 10: Kosten pro Patient für apparative Diagnostik

Variablen	Gesamt (n=450)	Diagnosezeitpunkt		P-Wert
		Früh (n=372)	Spät (n=78)	
Kosten; Mittelwert (Range) in €				
Apparative Diagnostik	282,44 (0-1750,06)	243,62 (0-1575,94)	467,57 (26.81-1750,06)	<0.001

Die angegebenen Werte sind Kosten (Euro).

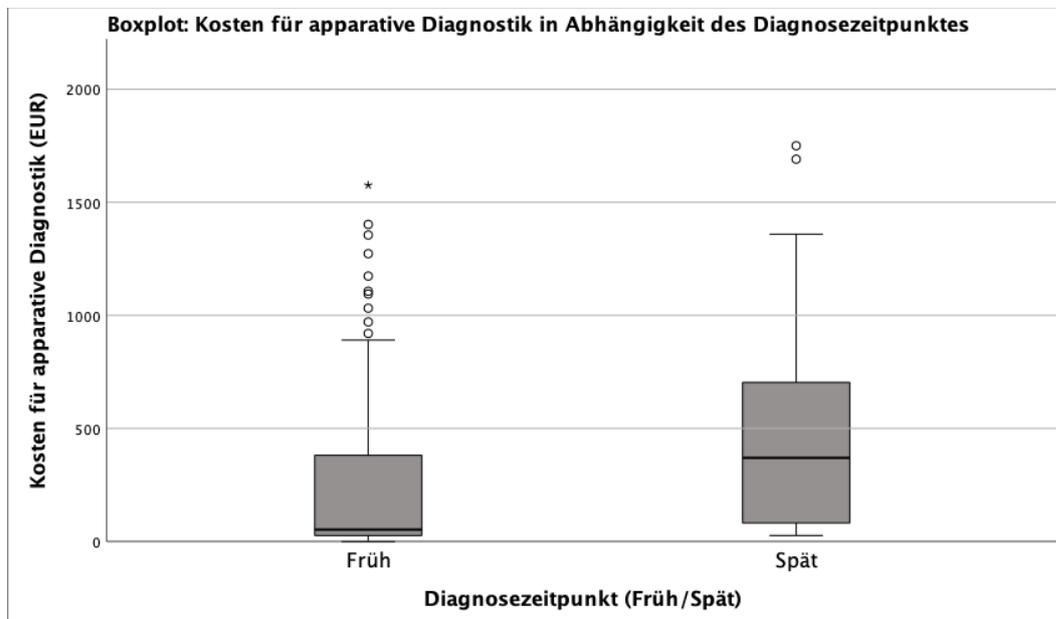


Abbildung 5: Kosten in Abhängigkeit des Diagnosezeitpunktes

3.6 Arzt versus Ada-App

82.6% (n=372/450) der Patienten wurden „früh“, also noch am Tag ihrer Vorstellung in der ZNA, korrekt diagnostiziert. Die Ada-App konnte in insgesamt 52.0% der Fälle (n=234/450) die korrekte Diagnose unter ihren Diagnoseverschlügen nennen.

78 von 450 Patienten erhielten ihre finale Diagnose nicht am Tag ihrer Vorstellung in der ZNA. Die korrekte Diagnose konnte erst im Verlauf gestellt werden. Die Ada-App konnte in 55.1% (n=43/78) dieser „spät“ diagnostizierten Fälle bereits in der ZNA unter ihren Verdachtsdiagnosen einen Hinweis auf die korrekte Diagnose liefern. Dies erwies sich im Exakten Test nach Fisher jedoch nicht als signifikant ($p=0.618$).

Tabelle 11 zeigt den ärztlichen Diagnosezeitpunkt im Vergleich zu den Ergebnissen der Ada-App.

Tabelle 11: Diagnostische Treffsicherheit Arzt versus Ada-App

	Gesamt n=450	Arzt		P-Wert
		Früh n=372	Spät n=78	
Ada-App Diagnose korrekt	234 (52.0)	191 (51.3)	43 (55.1)	0.618

Die angegebenen Werte sind Zahlen (Prozent), sofern nicht anders angegeben.

4 Diskussion

4.1 Relevanz der Thematik

Vor dem Hintergrund der in der Einleitung geschilderten Problematik überfüllter ZNAs, zunehmender Personalknappheit und gleichzeitig steigender Patientenzahlen, erscheint die Überprüfung von technischen Unterstützungstools wie CDSS ein wichtiger Beitrag zur kontinuierlichen Verbesserung unseres Gesundheitssystems. Eine falsche oder spät gestellte Diagnose ist nicht nur für den individuellen Patienten belastend, sie bedeutet auch einen zusätzlichen Ressourcenverbrauch und eine finanzielle Belastung für das Gesundheitssystem.

Bisherigen Studien zufolge haben CDSS wie die Ada-App großes Potenzial, Ärzte bei ihrer Diagnosefindung zu unterstützen und Patienten als „Symptom Checker“ beratend zur Seite zu stehen. Die Studienlage ist jedoch durchwachsen. Zum einen handelt es sich bei einem Großteil der Studien um retrospektive Studien mit Fallvignetten. Zum anderen ist der Markt der CDSS kaum kontrolliert und reguliert, sodass die Qualität der verschiedenen CDSS sehr heterogen ist.

Die eRadaR-Studie ist somit eine der ersten Studien, die ein CDSS prospektiv an Patienten in einem klinischen Setting untersucht. Nachfolgend werden die erhobenen Daten diskutiert und mit aktuellen Forschungsergebnissen in Relation gesetzt.

4.2 Demografie des Patientenkollektivs

Unter den 450 Patienten waren 235 Frauen (52.2%) und 215 Männer (47.8%). Das Durchschnittsalter betrug bei Aufnahme 46 Jahre, die Spannweite betrug 18 bis 97 Jahre. Pädiatrische Patienten <18 Jahre wurden in der Studie nicht berücksichtigt. Das Patientenkollektiv ist repräsentativ für Erwachsene mit Abdominalschmerz in einer zentralen Notaufnahme.

Die Aufteilung in die zu vergleichenden Gruppen „früh“ und „spät“ wurde anhand des Diagnosezeitpunktes (Tag 0 = „früh“, Tag 1-24 = „spät“) vorgenommen. Die beiden Gruppen waren hinsichtlich Alter (im Schnitt 46 Jahre versus 48 Jahre) und ASA-Score vergleichbar zusammengesetzt. Zu beachten ist bei der Interpretation der Daten, dass die „frühe“ Gruppe mit n=372/450 Patienten

deutlich größer war als die „späte“ Gruppe mit n=78/450 Patienten. Vergleicht man die vorliegenden Gruppen miteinander, so muss zusätzlich bedacht werden, dass 200 von 372 „früh“ diagnostizierten (53.8%) noch am Tag ihrer Vorstellung entlassen worden sind.

Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen zeigten sich beim Geschlecht: In der „späten“ Gruppe fand sich mit 60.3% eine männliche Prädominanz im Vergleich zu 45.2% in der „frühen“ Gruppe.

Sowohl der CCI (im Schnitt 0.7 versus 1.1) als auch der RAI-C Score (im Schnitt 8.06 versus 9.9) weisen auf eine höhere Komorbidität der Patienten in der „späten“ Gruppe zum Zeitpunkt der Vorstellung in der ZNA hin. Dies lässt vermuten, dass multimorbide Patienten anfälliger sind für verspätete und falsche Diagnosen. Dies ist vereinbar mit den Ergebnissen anderer Studien.^{42,55} So resümiert die internationale Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung in ihren Health-Working-Papers, dass Patienten mit komplexen klinischen und biopsychosozialen Anforderungen vulnerabler sind für Schäden in Zusammenhang mit einer Interaktion mit dem Gesundheitssystem.²

4.3 Finale Diagnosen

Die finalen Diagnosen der 450 Patienten lassen sich in 12 Diagnose-Gruppen einteilen. Die Diagnosen bei Abdominalschmerz decken sich weitestgehend mit den Ergebnissen von Murata et al.⁴² Die Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Diagnosen war in den Gruppen „früh“ und „spät“ ähnlich. Lediglich die Diagnose Cholelithiasis/Cholezystitis hatte einen größeren Anteil in der „späten“ Gruppe (13.4% versus 23.1%; p=0.037). Die Ursache hierfür geht aus den vorliegenden Daten nicht hervor.

4.4 Komplikationen und Mortalität

In der „frühen“ Gruppe blieben mehr Patienten komplikationsfrei im Vergleich zur „späten“ Gruppe (57.0% (n=212/372) versus 17.9% (n=14/78); p<0.001) nach der Clavien-Dindo-Klassifikation. Zudem traten in der „frühen“ Gruppe weniger Major-Komplikationen auf (8.9% (n=33/372) versus 17.9% (n=14/78); p=0.024). Zu den Major-Komplikationen zählten der Einsatz von chirurgischen, endoskopischen oder radiologischen Interventionen, die Dysfunktion eines oder mehrerer Organe und das Versterben eines Patienten.^{50,51}

Passend dazu war der Comprehensive Complication Index bei den „spät“ diagnostizierten Patienten höher („früh“ 13.1 versus „spät“ 25.6; $p < 0.001$). Zudem verweilten „spät“ diagnostizierte Patienten im Schnitt länger im Krankenhaus als „früh“ diagnostizierte Patienten („früh“ 2.6 Tage versus „spät“ 6.7 Tage; $p < 0.001$). Auch die im Follow-Up erhobenen Scores weisen auf eine höhere Komplikationsrate und Komorbidität in der „späten“ Gruppe hin. Der 90-Tage-CoCI lag im Schnitt bei 22.4 versus 33.1 ($p < 0.001$). Der 90-Tage-RAI-C-Score zeigte hingegen keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Die 90-Tage-Mortalität lag in der „frühen“ Gruppe bei 2.4% und in der „späten“ Gruppe bei 5.0%. Dieser Unterschied war nicht signifikant, dennoch zeigt er einen Trend an.

Zusammenfassend legen die Ergebnisse nahe, dass eine Diagnosestellung zum späteren Zeitpunkt mit einer höheren Komplikationsrate, einer höheren Komorbidität, einem längeren Krankenhausaufenthalt und einer höheren Mortalität korreliert.

Die Ergebnisse von Eames et al. stimmen mit unseren Daten überein. Sie beobachteten an 6281 Patienten in Israel, dass eine Diskrepanz zwischen der Aufnahme- und Entlassdiagnose mit einer erhöhten Morbidität und Mortalität einhergeht.¹²

Auch Panagioti et al. stellten in ihrem Review von 2015 fest, dass physische und psychische Multimorbidität mit einem höheren Risiko für diagnostische Fehler und entsprechend komplikationsreichere Verläufe einhergeht.⁵⁵

Letzten Endes müssen unsere Ergebnisse jedoch kritisch betrachtet werden. Unsere Studie war eine prospektive Beobachtungsstudie, es lässt sich also keine exakte Kausalkette bestimmen. Wir fanden heraus, dass „spät“ diagnostizierte Patienten allgemein komorbider waren, sowie einen komplikationsreicheren und längeren Krankenhausaufenthalt hatten. Es lässt sich nicht abschließend bestimmen, ob hierfür die „spätere“ Diagnose ursächlich war oder die höhere Multimorbidität am Aufnahmetag an sich. Die Ergebnisse lassen vermuten, dass es sich hier um sich wechselseitig beeinflussende Faktoren handelt.

4.5 Apparative Diagnostik und ökonomische Aspekte

Das Ergebnis unserer Studie ist, dass „spät“ diagnostizierte Patienten signifikant mehr apparative Diagnostik in Anspruch nehmen als „früh“ diagnostizierte. Es wurden mehr EKGs (34.2% versus 48.7%), mehr Röntgen-Untersuchungen (22.8% versus 43.6%), mehr CTs (30.6% versus 48.7%), mehr diagnostische Endoskopien (13.7% versus 46.2%) und mehr Konsile in der ZNA (25.8% versus 38.5%) durchgeführt. Dies stellt eine große Belastung für den einzelnen Patienten dar, zumal einige Untersuchungen mit nicht zu vernachlässigenden Risiken einhergehen.

Unser Ergebnis stimmt mit der aktuellen Studienlage überein. Bernhard et al. beobachteten, dass in etwa 40% der ZNA-Einweisungsdiagnosen nicht oder nur teilweise zutreffen. Im Zusammenhang damit verzeichneten sie, dass eine solche Diskrepanz zwischen Diagnosen mit einer höheren Konsilrate und einer längeren Verweildauer in der ZNA einhergeht.¹

Zur weiteren Betrachtung der apparativen Diagnostik wurde jeder Untersuchung die passende Ziffer nach der Gebührenordnung der Ärzte (GOÄ) und die jeweilige Kostenpauschale zugeordnet. Summiert man die Kosten der abgelaufenen apparativen Diagnostik pro Patient, so lässt sich erkennen, dass die „spät“ diagnostizierten Patienten mit durchschnittlich 467,57€ deutlich mehr apparative Diagnostik in Anspruch nahmen als die „früh“ diagnostizierten Patienten mit im Schnitt nur 243,62€. Die Range betrug 0€ bis 1750,06€.

Diese ökonomische Betrachtung der apparativen Diagnostik verdeutlicht, dass Diagnose-Verzögerungen und Komplikationen nicht nur für den einzelnen Patienten eine Belastung darstellen. Zusätzlich bedeutet es einen Verbrauch der ohnehin bereits knappen Ressourcen und eine finanzielle Belastung des Gesundheitssystems.

Die Kosten für apparative Diagnostik sind nur ein Beispiel dafür, dass Diagnose-Verzögerungen mit Mehrkosten verbunden sind. Hinzu kommen weitere Kosten wie Personalkosten (Ärztlicher Dienst, Pflegedienst, technischer Dienst, Verwaltungsdienst, etc.) und Sachkosten (Lebensmittel, medizinischer Bedarf, Wasser, Energie, Wirtschaftsbedarf, Verwaltungsbedarf, etc.). Das statistische Bundesamt veröffentlichte, dass die Kosten je stationärem Behandlungsfall im

Jahr 2019 in Deutschland bei durchschnittlich 5088 Euro lagen.⁵⁶ Tran et al. fanden in ihrem Review heraus, dass ein höheres Bruttoinlandsprodukt eines Landes mit höheren Kosten für Multimorbidität assoziiert ist.⁵⁷

Es stellt sich die Frage, ob die Häufigkeit von Fehldiagnosen und deren Folgen durch den Einsatz von CDSS vermindert werden kann.

4.6 Arzt versus Ada-App

4.6.1 Diagnostische Treffsicherheit der Ada-App

In 82.6% der Fälle (n=372/450) konnte von Seiten der Ärzte noch am Tag der Vorstellung in der ZNA die korrekte Diagnose gestellt werden. Das Ergebnis der unserer Studie passt zu der ärztlichen diagnostischen Treffsicherheit zwischen 70.0 und 90.0% in der aktuellen Literatur.^{5,9,12,17} Die Ada-App diagnostizierte auf Anhieb insgesamt 52.0% der Patienten (n=234/450) korrekt. Diesbezüglich zeigt sich die Studienlage durchwachsen.

Gilbert et al. stellten in einer Vignettenstudie fest, dass die Ada-App 99% aller Krankheitsbilder erfasste.³⁸ Diese Beobachtung konnten wir teilen. Grundsätzlich war das Spektrum an vorgeschlagenen Diagnosen, auch seltenen Erkrankungen, sehr groß.

In einer Vignettenstudie mit seltenen Erkrankungen (Prävalenz <5/10.000), an der Mitarbeiter der Ada Health GmbH beteiligt waren, konnte die Ada-App in 53.8% der Fälle die richtige Krankheit vor dem Zeitpunkt der klinischen Diagnose unter ihren Verdachtsdiagnosen aufzählen. Die richtige Diagnose wurde beim ersten dokumentierten Patientenbesuch in 33.3% der Fälle vorgeschlagen.³⁹ Die Treffsicherheit von 53.8% lässt sich mit unseren Ergebnissen vereinbaren, jedoch handelte es sich bei unserer Studie vorwiegend um häufige Erkrankungen, sodass die Zahlen nicht direkt miteinander vergleichbar sind.

Ceney et al. testeten 2021 12 CDSS und ermittelten eine mittlere diagnostische Genauigkeit von circa 50%. Die Ada-App hingegen schnitt mit einer diagnostischen Treffsicherheit von 84% überdurchschnittlich gut ab.⁴⁰ Es handelte sich hier jedoch um eine retrospektive Vignettenstudie. Die Fälle wurden nicht von Laien, sondern von Wissenschaftlern in die App eingegeben, was das günstige Abschneiden der Ada-App erklären könnte.

Die Befunde der vorliegenden Studie stimmen auch mit den Daten von Semigran et al. überein: Ärzte übertrafen hier CDSS-Algorithmen bei der Diagnosegenauigkeit erheblich (84.3% versus 51.2% korrekte Diagnosen unter den Top-3-Diagnosen).²¹

4.6.2 Potenzial der Ada-App

Mit einem p-Wert von 0.618 nicht signifikant, jedoch nicht unbedeutend, ist folgende Beobachtung: 78 von 450 Patienten erhielten ihre endgültige Diagnose nicht an dem Tag ihrer Vorstellung in der ZNA (=„spät“). Die Ada-App konnte in 55.1% (n=43/78) dieser „spät“ diagnostizierten Fälle bereits in der ZNA unter ihren Verdachtsdiagnosen einen Hinweis auf die korrekte Diagnose liefern. Unseren Ergebnissen nach zu urteilen, liegt genau hier das Potenzial der Ada-App.

Hätten die behandelnden Ärzte bei den „spät“ diagnostizierten Patienten einen Blick auf die verblindeten App-Diagnosevorschläge werfen können, so hätten sie möglicherweise Hinweise auf die korrekte Diagnose erhalten können. Die Ada-App allein scheint jedoch im Setting einer ZNA noch keine zuverlässigen Diagnosen stellen zu können. Die Ada-App könnte jedoch Ärzte im Prozess der Diagnosefindung unterstützen und dazu beitragen, dass weitere Differentialdiagnosen wahrgenommen werden.

Die Ergebnisse von Martinez-Franco et al. unterstützen diese Aussage. Sie fanden in einer randomisiert kontrollierten Studie heraus, dass Assistenzärzte der Allgemeinmedizin in Mexiko bessere diagnostische Fähigkeiten zeigten, wenn sie das CDSS „DXplain“ zu Hilfe nahmen.⁵⁸

Bei der Abwägung des diagnostischen Nutzens der Ada-App sollte auch bedacht werden, dass die App ihre Diagnose nach einem 10- bis 20-minütigen Interview abgibt. Dies gestaltet sich sehr ressourcenschonend und unkompliziert, man benötigt lediglich einen Internetzugang. Ein Arzt in der ZNA hingegen macht in der Regel eine Anamnese, eine körperliche Untersuchung, nimmt Blut ab und macht gegebenenfalls noch eine Sonografie, bevor er seine Verdachtsdiagnose stellt. Dies nimmt Zeit und Ressourcen in Anspruch. Allein die Blutentnahme stellt im juristischen Sinne bereits eine Körperverletzung dar und kann mit Komplikationen einhergehen. Es wäre interessant herauszufinden, ob die

diagnostische Treffsicherheit von Ada-App und Arzt sich annähern würde, wenn beide ausschließlich die „mündliche Anamnese“ zur Verfügung hätten.

Während die diagnostische Genauigkeit der Ada-App noch unzureichend für den klinischen Gebrauch scheint, muss die Triage-Fähigkeit gesondert betrachtet werden. Hier gilt es, die Waage zu halten zwischen übervorsichtigen Dringlichkeitshinweisen, die zu einer Belastung des Gesundheitssystems führen könnten und zurückhaltenden Dringlichkeitshinweisen, die zu Patientenschäden führen könnten.³⁵ Die Ada-App konnte in einer retrospektiven Studie von Gilbert et al. in 97.0% der Fälle sichere Dringlichkeitshinweise abgeben.³⁸

Baker et al. testeten 2020 ein weiteres CDSS (Babylon Triage and Diagnostic System) in einer Vignettenstudie und veröffentlichten sehr vielversprechende Ergebnisse. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass die diagnostische Genauigkeit der App vergleichbar mit der von Ärzten war. Außerdem konnte die App einen sicheren Dringlichkeitshinweis abgeben, ohne zu vorsichtig zu sein.²⁶ Dass das CDSS hier deutlich besser abschnitt als in unserer Studie könnte daran liegen, dass es sich um eine Vignettenstudie handelte. Zudem waren einige der Autoren aktuelle oder ehemalige Mitarbeiter von Babylon Health, eine Voreingenommenheit lässt sich nicht ausschließen.

4.7 Einsatzbereiche von Clinical Decision Support Systems

4.7.1 CDSS in der Klinik

Shortliffe et al. analysierten, warum CDSS trotz massiver technischer Fortschritte nach wie vor keinen Eintritt in den klinischen Alltag erhalten haben. Sie erörterten, welche Faktoren erforderlich wären, um eine bessere Integration von CDSS in den klinischen Alltag zu ermöglichen: An oberster Stelle stellen sie die Forderung nach Transparenz. Es müsse ersichtlich sein, wie der diagnostische Algorithmus funktioniert und wie die Datenbank zusammengesetzt sei. Außerdem müsse sich ein CDSS effizient und intuitiv in den klinischen Workflow integrieren. Ein CDSS solle kein Personal ersetzen, es solle dieses lediglich in seiner Arbeit unterstützen. Um all dies zu gewährleisten, ist eine eindeutige Studienlage notwendig, die Sicherheit, Reproduzierbarkeit und Zuverlässigkeit von CDSS beweist.³⁴

Der klinische Alltag wird fortlaufend digitalisiert. Trotz der vielen Vorteile, die hiermit einhergehen, gilt es auch den Nachteilen Beachtung zu schenken. CDSS könnten den klinischen Workflow unterbrechen und zu weniger Arzt-Patient-Zeit führen. Unter der Annahme, dass Computer fehlerfrei arbeiten, könnten CDSS dazu verleiten, vorgelegte Informationen nicht zu verifizieren oder zu hinterfragen. Außerdem sollte im Zusammenhang mit CDSS das Phänomen „Alert Fatigue“ nicht außer Acht gelassen werden. Es handelt sich um einen Vorgang, bei dem ein Mensch aufgrund einer Überflutung von Alarmen und Benachrichtigungen eine Abstumpfung entwickelt und somit wichtige Alarme ignorieren oder übersehen kann.^{29,59}

Obwohl die Ada-App eines der besten CDSS auf dem Markt zu sein scheint, fielen im Laufe der Studie einige Schwachstellen auf. Die App funktionierte sehr gut bei jungen Patienten ohne Vorerkrankungen mit typischen Krankheitsverläufen. Im Verlauf der Studie fielen einige Limitationen auf: Bis auf Diabetes Mellitus und arterielle Hypertonie konnten keine Vorerkrankungen in die App eingegeben werden. Auch bereits vorhandene Befunde oder Laborparameter wurden nicht berücksichtigt. Somit konnten wertvolle Informationen, wie beispielsweise „Vorerkrankung Leberzirrhose“ oder „erhöhte Lipase beim Hausarzt“ nicht verwertet werden. Im Rahmen des App-Interviews stellte der Chatbot häufig die Frage, wie stark die Schmerzen seien. Hier neigten die Patienten dazu, zu unter- oder übertreiben. Letztendlich scheint ein geschulter Blick von erfahrenem ZNA-Personal bisher nicht durch eine App ersetzbar zu sein. Es liegt nahe, dass die Performance der Tools auch von dem Benutzer abhängt.

4.7.2 CDSS im Laiengebrauch

Aufgrund des hohen Patientenaufkommens in der ZNA kam es während der Studie nicht selten zu längeren Wartezeiten für die Patienten. Die Bereitschaft, diese Zeit aktiv zur Interaktion mit der Ada-App nutzen, war in allen Altersklassen sehr hoch. Die Wartezeiten könnten durch die Einführung von „Symptom Checkern“ sinnvoll genutzt werden, indem wichtige anamnestische Informationen digital erfasst werden. Dies könnte auch zu einer höheren Patientenzufriedenheit beitragen, da die Patienten aktiv in den Prozess der Diagnosefindung eingebunden werden.

Mehr als ein Drittel der erwachsenen Patienten informiert sich online über seine Symptome oder Erkrankungen, unabhängig davon, ob anschließend einen Arzt aufgesucht wird oder nicht.⁶⁰ Medizinisches Wissen ist heutzutage durch eine kurze Internet-Recherche für jeden Menschen zugänglich. Dies birgt viele Vorteile aber auch einige Nachteile. Aufgrund der breiten Verfügbarkeit jeglicher Informationen ist mit einem Anstieg der „Eigen-Diagnostik“ zu rechnen. CDSS könnten zu einer unnötigen Mehrbeanspruchung des Gesundheitssystems führen. Der unbegrenzte Zugang zu medizinischen Informationen und das gleichzeitig fehlende Hintergrundwissen können zu „Cyberchondrie“ (abgeleitet von Hypochondrie) führen, einer gesteigerten Besorgnis bezüglich eigener Symptome nach wiederholter Online-Symptom-Suche.⁶¹

Semigran et al. sehen CDSS wiederum als positive Weiterentwicklung zur einfachen „Google-Symptom-Suche“.²⁰ Bei einer simplen Internet-Recherche gibt es keine Filter, sodass ein Laie nicht immer unterscheiden kann, welche Quellen vertrauenswürdig sind. Bei Verwendung eines Symptom Checkers wie der Ada-App kann der Nutzer darauf vertrauen, dass die Informationen evidenzbasiert, verifiziert und aktuell sind. Im Rahmen des „Patient Empowerment“ sollen Patienten informierte Entscheidungen treffen und aktiv in ihre Gesundheitsversorgung eingebunden werden.²⁹ Symptom Checker ermöglichen es Patienten, sich noch vor einem Arzt-Kontakt mit ihrer möglichen Diagnose auseinanderzusetzen.

4.7.3 Weitere Einsatzbereiche von CDSS

Diskutiert man den Einsatz von CDSS, so sollte man definitiv auch die Nutzung einer elektronischen Krankenakte in Erwägung ziehen. Beide Tools können sich symbiotisch ergänzen. Ein großer Vorteil wäre die einfache Zugänglichkeit, die Vollständigkeit der Daten und die Zeitersparnis. Auch können Daten der elektronischen Patientenakten der Forschung zugänglich gemacht werden. All dies könnte zu einer sichereren Versorgung von Patienten beitragen. Ben-Assuli et al. fanden heraus, dass das Betrachten der medizinischen Vorgeschichte über ein elektronisches Tool in der ZNA zu verbesserten Entscheidungen seitens der Ärzte bezüglich eines stationären Aufenthaltes beiträgt.²² Nicht zuletzt besteht das Risiko, dass sensible Patientendaten gehackt oder unautorisiert freigegeben werden, weshalb der Datenschutz bei jeder Form von CDSS und elektronischer

Patientenakte oberste Priorität haben sollte. Der amtierende Gesundheitsminister Karl Lauterbach kündigte an, dass in Deutschland ab Ende 2024 die elektronische Patientenakte nach dem Opt-Out-Prinzip flächendeckend eingeführt werden soll.⁶²

Im Bereich der Krankheitsüberwachung könnten Symptom Checker in Zukunft eine Rolle spielen. Während der Maßnahmen zur Eindämmung der Covid-19-Pandemie konnte eine vermehrte Nutzung der Ada-App sowohl in Deutschland als auch in Großbritannien verzeichnet werden. Auch konnte eine Veränderung der Häufigkeiten verschiedener Symptome beobachtet werden.⁶³

Der stark wachsende Anteil höherer Altersgruppen stellt die Primärversorgung in Deutschland in den nächsten Jahrzehnten vor viele Herausforderungen. Nach Berechnungen der Robert Bosch Stiftung werden im Jahr 2035 in Deutschland 10.851 Hausarztsitze unbesetzt bleiben, das sind 19% der Sitze. Folglich werden ein Fünftel aller Kreise 2035 hausärztlich unterversorgt sein.⁶ Insbesondere ländliche Gegenden werden mit Unterversorgung zu kämpfen haben müssen. Um diesem Mangel entgegenzuwirken, werden bereits verschiedene Maßnahmen ergriffen, wie z.B. finanzielle Anreize, bessere Arbeitsbedingungen und die Förderung von telemedizinischen Lösungen. Insbesondere wenn kein Hausarzt und keine ZNA in unmittelbarer Umgebung erreichbar sind, könnten CDSS wie die Ada-App zur Ersteinschätzung verwendet werden. Jedoch ist es unerlässlich, dass sowohl Ärzte als auch Patienten im Umgang mit digitalen Lösungen gezielt geschult werden.

Diagnostik-Apps könnten auch weltweit, zum Beispiel in Entwicklungsländern, dazu beitragen, die Gesundheitsversorgung zu verbessern, indem sie evidenzbasierte Medizin auf aktuellem Stand für jeden Menschen (mit Internetzugang und Mobilfunkgerät) abrufbar macht. Combi et al. untersuchten in einem Review die Etablierung verschiedener Formen der Telemedizin in Entwicklungsländern. Sie räumten ein, dass die Projekte kostspielig sind, es sehr aufwändig ist, diese in bestehende Gesundheitssysteme zu integrieren und dass die Infrastruktur für Telemedizin nicht immer gegeben ist.⁶⁴

Schon 1998 wiesen Hunt et al. darauf hin, dass CDSS in verschiedenen Bereichen eingesetzt werden könnten. Insbesondere in der Medikamenten-Dosierung und in der Krankheitsprävention sahen sie großes Potenzial.¹⁹

Detemble, Schnitzbauer, Zmuc, und Siller entwickelten 2021 eine App zur optimalen Vorbereitung auf elektive Operationen. Die „Patronus Prehab App“ soll Patienten durch ein dreiwöchiges Trainingsprogramm körperlich, psychisch und ernährungstechnisch optimal auf den Stress der geplanten Operation vorbereiten.⁶⁵ Prehabilitation generell birgt ein großes Potenzial in der Verbesserung perioperativen Funktionalität und letztendlich des Outcomes von Patienten.⁶⁶

Im November 2022 stellte das US-amerikanische Unternehmen OpenAI „ChatGPT“ vor, ein Chatbot, der auf maschinellem Lernen beruht und auf vermeintlich jede Frage eine Antwort kennt. Nur zwei Monate nach Veröffentlichung zählt das Unternehmen bereits über 100 Millionen Nutzer weltweit und ist damit einer der am schnellsten wachsenden Internet-Anwendungen der Geschichte.⁶⁷ Auch medizinische Fragen beantwortet der Chatbot binnen weniger Sekunden. Diese Entwicklungen legen nahe, dass die Entwicklungen im Bereich der KI rasch voranschreiten und von der Gesellschaft angenommen werden. Mit Sicherheit wird KI in Zukunft ein fester Bestandteil unserer Realität werden, nicht nur im medizinischen Bereich. Alena Buyx, die Vorsitzende des deutschen Ethikrates, äußerte sich in Bezug auf KI wie folgt: „Der Einsatz von KI muss menschliche Entfaltung erweitern und darf sie nicht vermindern. KI darf den Menschen nicht ersetzen“.⁶⁸

4.8 Methoden

Unsere Studie diente dem Zweck, die diagnostische Genauigkeit der Ada-App im Setting der ZNA an Patienten mit Abdominalschmerz zu testen. Weitere Endpunkte waren der Diagnosezeitpunkt, die Verwendung apparativer Diagnostik, die vergangene Zeit bis zur adäquaten Behandlung, das Auftreten von Komplikationen, die Gesamtdauer des Krankenhausaufenthalts und die Morbidität und Mortalität der Patienten.

Die Einschluss- und Ausschlusskriterien erwiesen sich als geeignet. Das heterogene Patientenkollektiv der zentralen Notaufnahme der Universitätsklinik Frankfurt wurde gewählt, weil es den Gegebenheiten der alltäglichen Krankenversorgung entspricht.

Wir entschieden uns für das Leitsymptom Abdominalschmerz, da es ein häufiges und vielfältiges Symptom ist, welches fächerübergreifend verschiedenste Ursachen haben kann. Für eine weitere Einschätzung der Ada-App wäre in Zukunft eine Ausweitung auf weitere Symptome notwendig.

Eine mögliche Limitation stellt dar, dass die Studie zu Teilen während des bundesweiten Covid-19-Lockdowns 2020/2021 stattfand. Die Beweggründe von Patienten eine ZNA aufzusuchen, könnten hierdurch verändert gewesen sein.

Die Patienten waren größtenteils dazu in der Lage, das Tablet zu bedienen und die Ada-App zu eigenständig zu benutzen. Dennoch gab es einige Patienten, insbesondere Ältere, die hierbei Unterstützung brauchten. Dies wurde in der Auswertung nicht gesondert berücksichtigt.

In der ZNA war es logistisch nicht immer möglich, die Verdachtsdiagnose und Differentialdiagnosen der Ärzte zu erfragen. Zum Teil mussten die Verdachtsdiagnosen aus den Dokumentationen in der Patientenakte extrahiert werden.

Ebenfalls kritisch betrachtet werden muss die Definition der „finalen Diagnose“. Die finale Diagnose wurde in der eRadaR-Studie der Entlassdiagnose gleichgesetzt. Diese Diagnose muss jedoch nicht zwangsläufig die „wahre“ Diagnose sein.

Die lost to Follow-up Rate lag bei 24.0%. Bei diesen Patienten ist nicht auszuschließen, dass sich die Diagnose im Verlauf geändert hat, auch die Komplikationen und Komorbiditäten im 90-Tage-Intervall konnten hier nicht erhoben werden.

Bei der eRadaR-Studie handelte sich um eine prospektive Beobachtungsstudie. Eine sichere Kausalkette lässt sich aus den Ergebnissen also nicht ziehen. Auch mögliche Störfaktoren sind nicht auszuschließen. In Zukunft sind multizentrische, prospektive, randomisiert-kontrollierte Studien erforderlich, um den klinischen Nutzen von CDSS noch genauer bewerten zu können.

4.9 Schlussfolgerungen

Die anfangs gestellten Fragen konnten weitestgehend beantwortet werden: Multimorbide Patienten scheinen anfälliger für Diagnosefehler zu sein. Die Daten zeigen, dass ein später Diagnosezeitpunkt mit der vermehrten Nutzung apparativer Diagnostik, einem gehäuften Auftreten von Komplikationen, einer höheren Komorbidität und einem längeren Krankenhausaufenthalt einhergeht.

Die Ada-App ist mit einer diagnostischen Treffsicherheit von 52.0% bei Patienten mit Abdominalschmerz in der ZNA den Ärzten mit einer Treffsicherheit von 82.6% zwar deutlich unterlegen, dennoch ist Potenzial vorhanden. Auch im Bereich der Triage könnte sich das Tool als sehr hilfreich erweisen.

Für Ärzte kann die Ada-App eine Unterstützung im Rahmen der Diagnosefindung darstellen. Neben der Ressourcenentlastung kann sie vor Fehlannahmen und frühzeitigen Schlussfolgerungen schützen und auf weitere mögliche Differentialdiagnosen hinweisen.

Die Ada-App stellt für Laien mit Sicherheit eine Weiterentwicklung gegenüber der simplen Symptomsuche via Internet dar. Die Präzision von Symptom-Checkern hängt von der Qualität der zugrunde liegenden Datenbank, der Performance des Algorithmus und den eingegebenen Informationen des Nutzers ab. Vor einem großflächigen Einsatz sollten weitere Studien den Nutzen und die Sicherheit der Anwendungen überprüfen.

5 Zusammenfassung

Einleitung: Die Zentrale Notaufnahme (ZNA) stellt eine Schnittstelle zwischen prä- und innerklinischer Versorgung dar. Das Spektrum der Krankheitsbilder erstreckt sich über jegliche Fachrichtungen und variiert von harmlosen Banalitäten bis zu akuten Notfällen. Eine sichere und suffiziente Primärversorgung ist die Basis eines qualitativ-hochwertigen Gesundheitssystems.² Verspätete oder falsche Diagnosen in der ZNA sind mit 10-30% keine Seltenheit.^{5,9,12,17} Dies ist nicht nur für den individuellen Patienten belastend, es bedeutet auch einen zusätzlichen Ressourcenverbrauch und eine finanzielle Belastung für das Gesundheitssystem. Clinical Decision Support Systems (CDSS) haben das Potenzial, sowohl professionelle Anwender als auch Laien bei ihrer Diagnosefindung zu unterstützen.^{18-21,25}

Fragestellung: Ziel der Arbeit ist es herauszufinden, welchen Einfluss der Diagnosezeitpunkt auf das Outcome von Patienten mit Abdominalschmerzen in der ZNA hat und inwiefern ein CDSS das Potenzial hat, die genannten Punkte zu beeinflussen.

Methoden: Es handelte sich um eine prospektive, doppelt verblindete Beobachtungsstudie. Patienten, die sich mit Abdominalschmerzen in der Notaufnahme vorstellten, gaben ihre Symptome in die Ada-App ein. Sowohl die Diagnosevorschläge der App als auch die Verdachtsdiagnosen des behandelnden Arztes wurden dokumentiert und verglichen. Weitere erhobene Parameter waren die Verwendung von apparativer Diagnostik, die vergangene Zeit bis zur endgültigen Diagnosestellung, das Auftreten von Komplikationen, die Komorbidität und Mortalität sowie die Länge des Krankenhausaufenthalts. Das Follow-Up erfolgte zu verschiedenen Zeitpunkten bis zu Tag 90. Für die Analyse wurden die 450 Patienten anhand des Zeitpunkts ihrer Diagnosestellung in Gruppen "früh" (Tag 0) und "spät" (Tag 1-24) eingeteilt.

Ergebnisse: Im Vergleich zur „frühen“ Gruppe, hatte die Gruppe der „spät“ diagnostizierten Patienten einen höheren Anteil von Männern (45.2% (n=168/372) versus 60.3% (n=47/78); p=0.018), im Schnitt einen höheren Charlson Comorbidity Index (0.7 versus 1.1; p=0.045) und im Schnitt einen höheren RAI-C Score (8.06 versus 9.9; p<0.001) am Tag ihrer Vorstellung. Bei den „spät“ diagnostizierten blieben weniger Patienten komplikationsfrei (57.0%

(n=212/372) versus 17.9% (n=14/78); $p<0.001$), es traten mehr Major-Komplikationen auf (8.9% (n=33/372) versus 17.9% (n=14/78); $p=0.024$), analog dazu war der Comprehensive Complication Index höher (13.1 versus 25.6; $p<0.001$) und sie verweilten länger im Krankenhaus (2.6 Tage versus 6.7 Tage; $p<0.001$). Zudem nahmen sie signifikant mehr apparative Diagnostik in Anspruch.

Die behandelnden Ärzte konnten in 82.6% der Fälle (n=372/450) am Tag der Vorstellung die korrekte Diagnose stellen. Die Ada-App konnte in insgesamt 52% der Fälle (n=234/450) die korrekte Diagnose unter ihren Diagnoseverschlügen nennen.

Schlussfolgerung: Multimorbide Patienten scheinen anfälliger zu sein für falsche und verspätete Diagnosen. Ein später Diagnosezeitpunkt korreliert mit der vermehrten Nutzung apparativer Diagnostik, einem komplikationsreicheren Verlauf, einer höheren Komorbidität und einem längeren Krankenhausaufenthalt.

Die Ada-App ist den Ärzten zwar unterlegen, dennoch ist Potenzial vorhanden. Für Ärzte kann die Ada-App eine Unterstützung im Rahmen der Diagnosefindung darstellen. Neben der Ressourcenentlastung kann sie vor Fehlannahmen und frühzeitigen Schlussfolgerungen schützen und auf weitere mögliche Differentialdiagnosen hinweisen. Die Ada-App stellt für Laien mit Sicherheit eine Weiterentwicklung gegenüber der simplen Symptomsuche über das Internet dar, dennoch sollten weitere Studien den Nutzen und die Sicherheit der App überprüfen.

6 Summary

Introduction: The emergency department (ED) represents an interface between preclinical and in-hospital care. The spectrum of diseases covers all medical specialties and ranges from minor issues to acute emergencies. A safe and sufficient primary care is the basis of a high-quality healthcare system.² Delayed or incorrect diagnoses in the ED are not uncommon, with rates ranging from 10% to 30%.^{5,9,12,17} This not only burdens the individual patient, but also leads to additional resource consumption and financial strain on the healthcare system. Clinical Decision Support Systems (CDSS) have the potential to support both professional users and laypersons in their diagnostic decision-making.^{18–21,25}

Objective: The aim of this dissertation was to determine the influence of the time of diagnosis on the outcome of patients with abdominal pain in the ED and to what extent a CDSS has the potential to influence these factors.

Methods: The present study was a prospective, double-blinded observational study. Patients presenting with abdominal pain in the ED entered their symptoms into the Ada-app. Both the app's diagnostic suggestions and the physician's suspected diagnoses were recorded and compared. Other parameters of interest were the use of diagnostic equipment, time to final diagnosis, occurrence of complications, comorbidity and mortality, and length of hospital stay. Follow-up was conducted at different intervals up to day 90. For analysis, the 450 patients were divided into the two groups "early" (day 0) and "late" (day 1-24), depending on when the final diagnosis was made.

Results: Compared to the "early" group, the group of "late" diagnosed patients had a higher proportion of men (45.2% (n=168/372) versus 60.3% (n=47/78); p=0.018), on average a higher Charlson Comorbidity Index (0.7 versus 1.1, p=0.045); and on average a higher RAI-C score (8.06 versus 9.9; p<0.001) on the day of their presentation. Among the "late" diagnosed patients, fewer remained free of complications (57.0% (n=212/372) versus 17.9% (n=14/78); p<0.001), more major complications occurred (8.9% (n=33/372) versus 17.9% (n=14/78); p=0.024), the Comprehensive Complication Index was also higher (13.1 versus 25.6; p<0.001), and the average length of hospital stay was longer (2.6 days versus 6.7 days; p<0.001). They also underwent significantly more diagnostic tests.

The treating physicians were able to make the correct diagnosis on the day of presentation in 82.6% of cases (n=372/450). The Ada-app was able to provide the correct diagnosis among its diagnostic suggestions in a total of 52% of cases (n=234/450).

Conclusion: Multimorbid patients seem to be more susceptible to diagnostic errors. A later time of diagnosis is correlated with increased use of diagnostics, a higher rate of complication, higher comorbidity, and a longer hospital stay.

Although the Ada-app is clearly inferior to physicians concerning diagnostic accuracy, there is potential. For physicians, the Ada-app can provide support in the diagnostic process, for example by suggesting further possible differential diagnoses. In addition to resource relief, it can help to avoid misdiagnosis and premature conclusions. For laypeople, the Ada-app represents an improvement compared to the simple symptom search on the Internet, nevertheless further studies should investigate the performance and safety of the app.

7 Literaturverzeichnis

1. Bernhard M, Raatz C, Zahn P, Merker A, Gries A. Validität von Einweisungsdiagnosen als Prozesssteuerungskriterium. *Anaesthetist*. 2013;62(8):617-623. doi:10.1007/s00101-013-2207-5
2. *The Economics of Patient Safety in Primary and Ambulatory Care: Flying Blind*. Vol 106.; 2018. doi:10.1787/baf425ad-en
3. 9,8 Millionen Behandlungen in Notfallambulanzen im Jahr 2021. Statistisches Bundesamt. Accessed February 4, 2023. https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2022/PD22_51_p002.html
4. O’Cathain A, Connell J, Long J, Coster J. ‘Clinically unnecessary’ use of emergency and urgent care: A realist review of patients’ decision making. *Health Expectations*. 2020;23(1):19-40. doi:10.1111/hex.12995
5. McWilliams A, Tapp H, Barker J, Dulin M. Cost Analysis of the Use of Emergency Departments for Primary Care Services in Charlotte, North Carolina. *North Carolina Medical Journal*. 2011;72(4):265-271. doi:10.18043/ncm.72.4.265
6. Gesundheitszentren für Deutschland. Robert Bosch Stiftung. Accessed January 31, 2023. <https://www.bosch-stiftung.de/de/publikation/gesundheitszentren-fuer-deutschland>
7. Nowossadeck E, Prütz F, Teti A. Population change and the burden of hospitalization in Germany 2000–2040: Decomposition analysis and projection. *PLoS One*. 2020;15(12):e0243322. doi:10.1371/journal.pone.0243322
8. Gries A. Emergency departments in Germany – the anaesthesiological view of the present situation. *Emergency Medicine*.
9. Dormann H, Diesch K, Ganslandt T, Hahn EG. Numerical Parameters and Quality Indicators in a Medical Emergency Department. *Deutsches Ärzteblatt international*. Published online April 16, 2010. doi:10.3238/arztebl.2010.0261
10. Institute of Medicine (US) Committee on Quality of Health Care in America. *To Err Is Human: Building a Safer Health System*. (Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS, eds.). National Academies Press (US); 2000. Accessed July 13, 2022. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK225182/>
11. 10 facts on patient safety. Accessed July 18, 2022. <https://www.who.int/news-room/photo-story/photo-story-detail/10-facts-on-patient-safety>
12. Eames J, Eisenman A, Schuster RJ. Disagreement between emergency department admission diagnosis and hospital discharge diagnosis: mortality and morbidity. *Diagnosis (Berl)*. 2016;3(1):23-30. doi:10.1515/dx-2015-0028
13. Balla J, Heneghan C, Goyder C, Thompson M. Identifying early warning signs

- for diagnostic errors in primary care: a qualitative study. *BMJ Open*. 2012;2(5):e001539. doi:10.1136/bmjopen-2012-001539
14. Saposnik G, Redelmeier D, Ruff CC, Tobler PN. Cognitive biases associated with medical decisions: a systematic review. *BMC Med Inform Decis Mak*. 2016;16:138. doi:10.1186/s12911-016-0377-1
 15. Graber ML, Franklin N, Gordon R. Diagnostic Error in Internal Medicine. *Archives of Internal Medicine*. 2005;165(13):1493-1499. doi:10.1001/archinte.165.13.1493
 16. Okafor N, Payne VL, Chathampally Y, Miller S, Doshi P, Singh H. Using voluntary reports from physicians to learn from diagnostic errors in emergency medicine. *Emerg Med J*. 2016;33(4):245-252. doi:10.1136/emered-2014-204604
 17. Graber ML. The incidence of diagnostic error in medicine. *BMJ Qual Saf*. 2013;22(Suppl 2):ii21-ii27. doi:10.1136/bmjqs-2012-001615
 18. Kawamoto K, Houlihan CA, Balas EA, Lobach DF. Improving clinical practice using clinical decision support systems: a systematic review of trials to identify features critical to success. *BMJ*. 2005;330(7494):765. doi:10.1136/bmj.38398.500764.8F
 19. Hunt DL, Haynes RB, Hanna SE, Smith K. Effects of Computer-Based Clinical Decision Support Systems on Physician Performance and Patient Outcomes: A Systematic Review. *JAMA*. 1998;280(15):1339-1346. doi:10.1001/jama.280.15.1339
 20. Semigran H, Linder J, Gidengil C, Mehrotra A. Evaluation of symptom checkers for self diagnosis and triage: Audit study. *BMJ (Clinical research ed)*. 2015;351:h3480. doi:10.1136/bmj.h3480
 21. Semigran HL, Levine DM, Nundy S, Mehrotra A. Comparison of Physician and Computer Diagnostic Accuracy. *JAMA Internal Medicine*. 2016;176(12):1860-1861. doi:10.1001/jamainternmed.2016.6001
 22. Ben-Assuli O, Leshno M, Shabtai I. Using Electronic Medical Record Systems for Admission Decisions in Emergency Departments: Examining the Crowdedness Effect. *J Med Syst*. 2012;36(6):3795-3803. doi:10.1007/s10916-012-9852-0
 23. Montazeri M, Multmeier J, Novorol C, Upadhyay S, Wicks P, Gilbert S. Optimization of Patient Flow in Urgent Care Centers Using a Digital Tool for Recording Patient Symptoms and History: Simulation Study. *JMIR Formative Research*. 2021;5(5):e26402. doi:10.2196/26402
 24. Hirsch MC, Ronicke S, Krusche M, Wagner AD. Rare diseases 2030: how augmented AI will support diagnosis and treatment of rare diseases in the future. *Ann Rheum Dis*. 2020;79(6):740-743. doi:10.1136/annrheumdis-2020-217125

25. Jutel A, Lupton D. Digitizing diagnosis: a review of mobile applications in the diagnostic process. *Diagnosis*. 2015;2(2):89-96. doi:10.1515/dx-2014-0068
26. Baker A, Perov Y, Middleton K, et al. A Comparison of Artificial Intelligence and Human Doctors for the Purpose of Triage and Diagnosis. *Front Artif Intell*. 2020;3:543405. doi:10.3389/frai.2020.543405
27. Chambers D, Cantrell AJ, Johnson M, et al. Digital and online symptom checkers and health assessment/triage services for urgent health problems: systematic review. *BMJ Open*. 2019;9(8):e027743. doi:10.1136/bmjopen-2018-027743
28. Rowland SP, Fitzgerald JE, Holme T, Powell J, McGregor A. What is the clinical value of mHealth for patients? *NPJ Digit Med*. 2020;3:4. doi:10.1038/s41746-019-0206-x
29. Sutton RT, Pincock D, Baumgart DC, Sadowski DC, Fedorak RN, Kroeker KI. An overview of clinical decision support systems: benefits, risks, and strategies for success. *NPJ Digit Med*. 2020;3:17. doi:10.1038/s41746-020-0221-y
30. Riches N, Panagioti M, Alam R, et al. The Effectiveness of Electronic Differential Diagnoses (DDX) Generators: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One*. 2016;11(3):e0148991. doi:10.1371/journal.pone.0148991
31. Fraser H, Coiera E, Wong D. Safety of patient-facing digital symptom checkers. *The Lancet*. 2018;392(10161):2263-2264. doi:10.1016/S0140-6736(18)32819-8
32. Millenson ML, Baldwin JL, Zipperer L, Singh H. Beyond Dr. Google: the evidence on consumer-facing digital tools for diagnosis. *Diagnosis*. 2018;5(3):95-105. doi:10.1515/dx-2018-0009
33. Berry AC, Berry B, Wang B, et al. Evaluation of Baseline Health Literacy for Diagnostic and Triage Accuracy of Online Symptom Checkers for Gastrointestinal Illnesses: 998. *Official journal of the American College of Gastroenterology | ACG*. 2016;111:S435. Accessed July 13, 2022. https://journals.lww.com/ajg/Fulltext/2016/10001/Evaluation_of_Baseline_Health_Literacy_for.998.aspx
34. Shortliffe EH, Sepúlveda MJ. Clinical Decision Support in the Era of Artificial Intelligence. *JAMA*. 2018;320(21):2199-2200. doi:10.1001/jama.2018.17163
35. Wallace W, Chan C, Chidambaram S, et al. The diagnostic and triage accuracy of digital and online symptom checker tools: a systematic review. Published online December 21, 2021:2021.12.21.21268167. doi:10.1101/2021.12.21.21268167
36. Müller R, Klemmt M, Ehni HJ, et al. Ethical, legal, and social aspects of symptom checker applications: a scoping review. *Med Health Care and Philos*. 2022;25(4):737-755. doi:10.1007/s11019-022-10114-y

37. Health. Powered by Ada. Ada. Accessed November 17, 2022. <https://ada.com/de/>
38. Gilbert S, Mehl A, Baluch A, et al. How accurate are digital symptom assessment apps for suggesting conditions and urgency advice? A clinical vignettes comparison to GPs. *BMJ Open*. 2020;10(12):e040269. doi:10.1136/bmjopen-2020-040269
39. Ronicke S, Hirsch MC, Türk E, Larionov K, Tientcheu D, Wagner AD. Can a decision support system accelerate rare disease diagnosis? Evaluating the potential impact of Ada DX in a retrospective study. *Orphanet J Rare Dis*. 2019;14:69. doi:10.1186/s13023-019-1040-6
40. Ceney A, Tolond S, Glowinski A, Marks B, Swift S, Palser T. Accuracy of online symptom checkers and the potential impact on service utilisation. *PLOS ONE*. 2021;16(7):e0254088. doi:10.1371/journal.pone.0254088
41. Miller S, Gilbert S, Virani V, Wicks P. Patients' Utilization and Perception of an Artificial Intelligence–Based Symptom Assessment and Advice Technology in a British Primary Care Waiting Room: Exploratory Pilot Study. *JMIR Human Factors*. 2020;7(3):e19713. doi:10.2196/19713
42. Murata A, Okamoto K, Mayumi T, Maramatsu K, Matsuda S. Age-Related Differences in Outcomes and Etiologies of Acute Abdominal Pain Based on a National Administrative Database. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*. 2014;233(1):9-15. doi:10.1620/tjem.233.9
43. Herold G. *Innere Medizin 2023*. De Gruyter; 2022. doi:10.1515/9783111078304
44. Reich A. Viszeralchirurgie. In: Siewert JR, Brauer RB, eds. *Basiswissen Chirurgie*. Springer-Lehrbuch. Springer; 2010:223-351. doi:10.1007/978-3-642-12380-1_7
45. Faqar-Uz-Zaman SF, Anantharajah L, Baumartz P, et al. The Diagnostic Efficacy of an App-based Diagnostic Health Care Application in the Emergency Room: eRadaR-Trial. A prospective, Double-blinded, Observational Study. *Annals of Surgery*. 2022;276(5):935-942. doi:10.1097/SLA.0000000000005614
46. Faqar-Uz-Zaman SF, Filmann N, Mahkovic D, et al. Study protocol for a prospective, double-blinded, observational study investigating the diagnostic accuracy of an app-based diagnostic health care application in an emergency room setting: the eRadaR trial. *BMJ Open*. 2021;11(1):e041396. doi:10.1136/bmjopen-2020-041396
47. Bannay A, Chaignot C, Blotière PO, et al. The Best Use of the Charlson Comorbidity Index With Electronic Health Care Database to Predict Mortality. *Med Care*. 2016;54(2):188-194. doi:10.1097/MLR.0000000000000471
48. Hall DE, Arya S, Schmid KK, et al. Development and Initial Validation of the Risk Analysis Index for Measuring Frailty in Surgical Populations. *JAMA Surg*.

2017;152(2):175-182. doi:10.1001/jamasurg.2016.4202

49. Mayhew D, Mendonca V, Murthy BVS. A review of ASA physical status – historical perspectives and modern developments. *Anaesthesia*. 2019;74(3):373-379. doi:10.1111/anae.14569
50. Dindo D, Demartines N, Clavien PA. Classification of Surgical Complications. *Ann Surg*. 2004;240(2):205-213. doi:10.1097/01.sla.0000133083.54934.ae
51. Clavien PA, Barkun J, de Oliveira ML, et al. The Clavien-Dindo Classification of Surgical Complications: Five-Year Experience. *Annals of Surgery*. 2009;250(2):187-196. doi:10.1097/SLA.0b013e3181b13ca2
52. Slankamenac K, Graf R, Barkun J, Puhan MA, Clavien PA. The Comprehensive Complication Index: A Novel Continuous Scale to Measure Surgical Morbidity. *Annals of Surgery*. 2013;258(1):1-7. doi:10.1097/SLA.0b013e318296c732
53. Clavien PA, Vetter D, Staiger RD, et al. The Comprehensive Complication Index (CCI®): Added Value and Clinical Perspectives 3 Years “Down the Line.” *Annals of Surgery*. 2017;265(6):1045-1050. doi:10.1097/SLA.0000000000002132
54. Online GOÄ-Ziffern 2023 (Gebührenordnung für Ärzte). abrechnungsstelle.com. Published July 13, 2023. Accessed July 19, 2023. <https://abrechnungsstelle.com/goae/ziffern/>
55. Panagioti M, Stokes J, Esmail A, et al. Multimorbidity and Patient Safety Incidents in Primary Care: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One*. 2015;10(8):e0135947. doi:10.1371/journal.pone.0135947
56. Ein Krankenhausfall kostete 2019 durchschnittlich 5 088 Euro. Statistisches Bundesamt. Accessed February 4, 2023. https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/04/PD21_194_231.html
57. Tran PB, Kazibwe J, Nikolaidis GF, Linnosmaa I, Rijken M, van Olmen J. Costs of multimorbidity: a systematic review and meta-analyses. *BMC Med*. 2022;20:234. doi:10.1186/s12916-022-02427-9
58. Martinez-Franco AI, Sanchez-Mendiola M, Mazon-Ramirez JJ, et al. Diagnostic accuracy in Family Medicine residents using a clinical decision support system (DXplain): a randomized-controlled trial. *Diagnosis*. 2018;5(2):71-76. doi:10.1515/dx-2017-0045
59. Khalifa M, Zabani I. Improving Utilization of Clinical Decision Support Systems by Reducing Alert Fatigue: Strategies and Recommendations. *Unifying the Applications and Foundations of Biomedical and Health Informatics*. Published online 2016:51-54. doi:10.3233/978-1-61499-664-4-51
60. Fox S, Duggan M. Health Online 2013. Pew Research Center: Internet, Science & Tech. Published January 15, 2013. Accessed January 25, 2023.

<https://www.pewresearch.org/internet/2013/01/15/health-online-2013/>

61. Mathes BM, Norr AM, Allan NP, Albanese BJ, Schmidt NB. Cyberchondria: Overlap with health anxiety and unique relations with impairment, quality of life, and service utilization. *Psychiatry Research*. 2018;261:204-211. doi:10.1016/j.psychres.2018.01.002
62. Lauterbach: Elektr. Patientenakte ab Ende 2024 für alle verbindlich. Accessed March 20, 2023. <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/presse/interviews/fas-030324-elektronische-patientenakte.html>
63. Mehl A, Bergey F, Cawley C, Gilsdorf A. Syndromic Surveillance Insights from a Symptom Assessment App Before and During COVID-19 Measures in Germany and the United Kingdom: Results From Repeated Cross-Sectional Analyses. *JMIR mHealth and uHealth*. 2020;8(10):e21364. doi:10.2196/21364
64. Combi C, Pozzani G, Pozzi G. Telemedicine for Developing Countries. *Appl Clin Inform*. 2016;7(4):1025-1050. doi:10.4338/ACI-2016-06-R-0089
65. Home :: Patronus Health. Accessed January 30, 2023. <https://www.patronus-health.com/>
66. Minnella EM, Awasthi R, Loiselle SE, Agnihotram RV, Ferri LE, Carli F. Effect of Exercise and Nutrition Prehabilitation on Functional Capacity in Esophagogastric Cancer Surgery. *JAMA Surg*. 2018;153(12):1081-1089. doi:10.1001/jamasurg.2018.1645
67. Milmo D. ChatGPT reaches 100 million users two months after launch. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/technology/2023/feb/02/chatgpt-100-million-users-open-ai-fastest-growing-app>. Published February 2, 2023. Accessed February 13, 2023.
68. Zeitung S. Ethikrat zu Künstlicher Intelligenz: So lautet die Stellungnahme. *Süddeutsche.de*. Published March 20, 2023. Accessed March 21, 2023. <https://www.sueddeutsche.de/wissen/ethikrat-kuenstliche-intelligenz-menschen-veroeffentlichung-1.5771939>

8 Anhang

8.1 Eigene Screenshots aus der Ada-App: Ovarialtorsion

1) Diagnosevorschläge	2) Diagnosevorschläge	3) Vorhandene Symptome
<p>14:05</p> <p>Bauchschmerzen</p> <p>Patient 1, Weiblich, 2000</p> <p>Zusammenfassung</p> <p>Personen mit ähnlichen Symptomen benötigen sofortige medizinische Notfallversorgung. Wenn Du meinst, es handelt sich um einen Notfall, begib Dich umgehend in die Notaufnahme.</p> <p>Mögliche Ursachen</p> <ol style="list-style-type: none"> Ovarialtorsion Notaufnahme aufsuchen 4 von 10 Personen mit den gleichen Symptomen haben diese Erkrankung. Akute Appendizitis Notaufnahme aufsuchen 7 von 100 Personen mit den gleichen Symptomen haben diese Erkrankung. Rupturierte Ovarialzyste Notaufnahme aufsuchen 6 von 100 Personen mit den gleichen Symptomen haben diese Erkrankung. 	<p>14:05</p> <p>Bauchschmerzen</p> <p>4 Akute abdominelle Schmerzen ohne spezifische Ursache Notaufnahme aufsuchen 5 von 100 Personen mit den gleichen Symptomen haben diese Erkrankung.</p> <p>5 Campylobacter Gastroenteritis Notaufnahme aufsuchen 2 von 100 Personen mit den gleichen Symptomen haben diese Erkrankung.</p> <p>Symptome</p> <p>Erfahre, was medizinische Qualität bei Ada bedeutet.</p>	<p>14:06</p> <p>Bauchschmerzen</p> <p>Symptome</p> <p>Vorhanden</p> <ul style="list-style-type: none"> Bauchschmerzen <ul style="list-style-type: none"> Stelle: Links unten Intensität: schwer - kann aufgrund von Schmerzen keine täglichen Aktivitäten ausführen Zeit seit dem Auftreten: kürzer als einen Tag Übelkeit <ul style="list-style-type: none"> Intensität: mäßig Zeit seit dem Auftreten: kürzer als einen Tag Druckschmerzhafter Bauch <ul style="list-style-type: none"> Position: Links unten Aufgeblähter oder aufgetriebener Bauch Erbrechen <ul style="list-style-type: none"> Nicht in der Lage sein, Flüssigkeiten bei sich zu behalten: nein Schwallartig: nein Appetitverlust Vermehrtes Schwitzen Blasses Gesicht <p>Nicht vorhanden</p> <ul style="list-style-type: none"> Flankenschmerz Durchfall Fieber Verstopfung Sodbrennen Schüttelfrost
4) Nicht vorhanden	5) Wahrscheinlichkeit	6) Medizinbibliothek
<p>14:06</p> <p>Bauchschmerzen</p> <ul style="list-style-type: none"> Häufiges Bedürfnis zu urinieren Schwindel Müdigkeit Schneller Puls Ungewöhnliche Verfärbung des Stuhls Schleim im Stuhl Rotes Blut im Stuhl Schmerzhafter Stuhlgang Raucher Diabetes Hoher Blutdruck Schwanger Kürzlich statt gefundener großer chirurgischer Eingriff Lutealphase In letzter Zeit ungeschützter Geschlechtsverkehr Giftiger Pflanzenkonsum Strahlentherapie Acetaminopheneinnahme Verwendung einer weiblichen Hormontherapie Appendektomie Beidseitige Entfernung der Eierstöcke 	<p>14:06</p> <p>Ovarialtorsion</p> <p>Beschreibung</p> <p>Zu einer Ovarialtorsion oder Eierstockstieldrehung kommt es, wenn sich ein Eierstock (das paarweise vorhandene weibliche Fortpflanzungsorgan, welches Eizellen und Hormone produziert) so weit um seine eigene...</p> <p>Wahrscheinlichkeit</p> <p>4 von 10 Personen mit den gleichen Symptomen haben diese Erkrankung.</p>  <p>Bauchschmerzen Übelkeit Druckschmerzhafter Bauch Aufgeblähter oder aufgetriebener Bauch Erbrechen Appetitverlust Vermehrtes Schwitzen Blasses Gesicht</p> <p>Ovarialtorsion</p>	<p>14:09</p> <p>Ovarialtorsion</p> <p>Überblick</p> <p>Zu einer Ovarialtorsion oder Eierstockstieldrehung kommt es, wenn sich ein Eierstock (das paarweise vorhandene weibliche Fortpflanzungsorgan, welches Eizellen und Hormone produziert) so weit um seine eigene Achse dreht, dass seine Blutzufuhr blockiert wird. Da diese verdrehte Position schließlich zum Absterben des Eierstockgewebes (Nekrose) führen kann, erfordert die Ovarialtorsion eine medizinische Notfallbehandlung. Zu den Symptomen zählen unter anderem plötzliche, stechende Schmerzen auf einer Seite des Unterbauchs, Übelkeit und Erbrechen. Die Diagnose wird normalerweise mithilfe einer Ultraschalluntersuchung bestätigt. Eine häufige Ursache für eine Eierstockstieldrehung ist eine Ovarialzyste, ein kleiner, mit Flüssigkeit gefüllter Beutel, der sich im Eierstock bildet. Die Behandlung bei dieser Erkrankung umfasst einen chirurgischen Eingriff, um den verdrehten Eierstock wieder richtig zu positionieren.</p>

8.2 Charlson Comorbidity Index

Charlson Comorbidity Index

(Charlson M et al. J Clin Epidemiol. 1994)



Datum: _____

ja	nein	Jeweils 1 Punkt pro angekreuzte Antwort	Punkte
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Herzinfarkt	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Herzschwäche (NYHA)	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gefäßkrankheit (pAVK und/oder <input type="checkbox"/> Aneurysma>6cm)	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hirngefäßveränderungen einschließlich Schlaganfall (mindestens TIA)	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Demenz/Alzheimer	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Chronische Lungenerkrankung (Asthma etc.)	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bindegewebskrankung (Polymyalgie rheumatica, Lupus erythematoses, schweres Rheuma, Polymyositis)	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Magengeschwür	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Milde Lebererkrankung (Zirrhose ohne portale Hypertension, einschließlich chronischer Hepatitis)	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Diabetes mellitus ohne Organschaden	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Jeweils 2 Punkte, pro angekreuzte Antwort	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Halbseitenlähmung	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	mittel- bis schwergradige Nierenerkrankung (Dialyse oder Kreatinin>3mg/dl)	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Zuckerkrankheit mit Komplikationen oder Organschaden (Retinopathie, Neuropathie, Nephropathie brittle Diabetes)	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Krebs ohne Metastasen innerhalb der letzten 5 Jahre	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Leukämie (akut oder chronisch)	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lymphom (Hodgkin, non-Hodgkin, Plasmozytom)	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Jeweils 3 Punkte pro angekreuzter Antwort	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	mittelschwere bis schwere Lebererkrankung (Zirrhose mit Krampfadern an Speiseröhre, Bauch oder Magen)	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Jeweils 6 Punkte pro angekreuzter Antwort	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Krebs mit Metastasen innerhalb der letzten 5 Jahre	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AIDS Erkrankung (nicht nur HIV-positiv)	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Charlson-Comorbidity Score:	

eRadaR_ Charlson Comorbidity Index

8.3 Risk Analysis Index

Risk Analysis Index - RAI-C-Score

(Hall DE et al. JAMA Surg. 2017)

Datum: _____



Visite 1

Visite 5

Wie alt sind Sie und ist eine Krebserkrankung bei Ihnen bekannt?	Alter		Ohne Krebs				Mit Krebs			
	<69		2 <input type="checkbox"/>				20 <input type="checkbox"/>			
	70-74		3 <input type="checkbox"/>				19 <input type="checkbox"/>			
	75-79		4 <input type="checkbox"/>				18 <input type="checkbox"/>			
	80-84		5 <input type="checkbox"/>				17 <input type="checkbox"/>			
	85-89		6 <input type="checkbox"/>				16 <input type="checkbox"/>			
	90-94		7 <input type="checkbox"/>				15 <input type="checkbox"/>			
	95-100		8 <input type="checkbox"/>				14 <input type="checkbox"/>			
>100		9 <input type="checkbox"/>				13 <input type="checkbox"/>				
Basiswert Alter +Dignität										
Punkte	0	1	2	3	4	5	6	8	Wert	
Geschlecht	w <input type="checkbox"/>						m <input type="checkbox"/>			
Gewichtsverlust (mehr als 5 kg/3 Mo)	nein <input type="checkbox"/>						ja <input type="checkbox"/>			
Niereninsuffizienz	nein <input type="checkbox"/>						ja <input type="checkbox"/>			
Herzinsuffizienz	nein <input type="checkbox"/>					ja <input type="checkbox"/>				
Appetitlosigkeit	nein <input type="checkbox"/>					ja <input type="checkbox"/>				
Atemnot in Ruhe	nein <input type="checkbox"/>							ja <input type="checkbox"/>		
Unterstützung	nein <input type="checkbox"/>							Pflege <input type="checkbox"/>		
Gehen, Einkaufen, Stehen	Keine Hilfe <input type="checkbox"/>	Aufsicht nötig <input type="checkbox"/>	Geringe Hilfe <input type="checkbox"/>	Große Hilfe <input type="checkbox"/>	Komplett abhängig <input type="checkbox"/>				* Barthel	
Essen	Keine Hilfe <input type="checkbox"/>	Aufsicht nötig <input type="checkbox"/>	Geringe Hilfe <input type="checkbox"/>	Große Hilfe <input type="checkbox"/>	Komplett abhängig <input type="checkbox"/>	+				
Toilettenbenutzung	Keine Hilfe <input type="checkbox"/>	Aufsicht nötig <input type="checkbox"/>	Geringe Hilfe <input type="checkbox"/>	Große Hilfe <input type="checkbox"/>	Komplett abhängig <input type="checkbox"/>	+				
Selbstpflege	Keine Hilfe <input type="checkbox"/>	Aufsicht nötig <input type="checkbox"/>	Geringe Hilfe <input type="checkbox"/>	Große Hilfe <input type="checkbox"/>	Komplett abhängig <input type="checkbox"/>	+ =				
Ergebnis										
Hat Ihre Merkfähigkeit in den letzten 3 Monaten abgenommen?										
<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Nein, Wenn Ja *										
Wenn Nein:										
RAI-C-score									Wert	

8.4 Comprehensive Complication Index

Comprehensive Complication Index (CCI)

(Clavien P-A et al. Ann Surg. 2017)



Datum: _____

Visite 2

Visite 3

Visite 4

CD 1 = jegliche Abweichung vom normalen postoperativen Verlauf

Art	Spezifikation		Sonstiges/Probleme
Medikation neu angeordnet ab POD 0, nicht Teil der Hausmed.	Propulsion	<input type="checkbox"/>	Anordnung NICE mit Wirkstoffnamen MCP/Eryth. nur in Kombination
	• MCP+Erythromycin i.v. für 3 Tage	<input type="checkbox"/>	
	• Neostigmin	<input type="checkbox"/>	Anordnung NICE als Medikation, nicht als KAO
	Abführen	<input type="checkbox"/>	
	• Gastrografin p.o.	<input type="checkbox"/>	
	• Heber/Schwenk	<input type="checkbox"/>	
Intervention	Wundinfektion	<input type="checkbox"/>	Kodierung? Dokumentation? OPS Wundrevision
	• Bedside Öffnen Wunde	<input type="checkbox"/>	
Diagnostik ab POD 0	• Radiologie	<input type="checkbox"/>	Via Befund/Codierung in NICE
	• Intern. Sonographie (inkl. FKDS, TTE)	<input type="checkbox"/>	
	• EEG	<input type="checkbox"/>	
	• EKG/LZ EKG	<input type="checkbox"/>	
Sonstiges	Drainage belassen	<input type="checkbox"/>	Genauere Dokumentation in NICE Fieberkurve unter „Drainagen“
	• generell > POD 7	<input type="checkbox"/>	
	Anlage NGS = verz. KAB	<input type="checkbox"/>	
	Wundinfektion CDC A1-2	<input type="checkbox"/>	Dokumentation via QS NWIF

CD 2 = Medikamentöse Therapie inkl. Transfusionen

Art	Spezifikation		Sonstiges/Probleme
Medikation neu angeordnet ab POD 1, nicht Teil der Hausmed. Und nicht Teil der perioperativem Medikation am OP-Tag, deshalb POD 1!	PEN	<input type="checkbox"/>	Anordnung NICE mit Wirkstoffnamen als Medikation, nicht als KAO
	Smovkabinen Smoflipid Frekavit	<input type="checkbox"/>	
	EN	<input type="checkbox"/>	
	Fresubin	<input type="checkbox"/>	
	Antibiotika/Antimykotika Wirkstoffnamen siehe Antibiogramme	<input type="checkbox"/>	

	Kardiale Medikation Ramipril, Metoprolol, Bisoprolol, Amlodipin, Doxazosin, Digitoxin/Digoxin	<input type="checkbox"/>	
	Antikoagulation Enoxaparin 2xtgl. (Clexane), Phenprocoumon (Marcumar), Certoparin (Monoembolex), Dalteparin (Fragmin), Tinzaparin (Innohep), Fondaparinux (Arixtra), Heparin, Dabigatran (Pradaxa), Rivaroxaban (Xarelto), Apixaban (Eliquis)	<input type="checkbox"/>	
	Ascitesmedikation Spironolacton+Torasemid, HCT, Propranolol (portale Hypertonie)	<input type="checkbox"/>	Torasemid nur in Kombination mit Spironolacton
	Psych. Medikation Lorazepam (Tavor), Diazepam, Haloperidol (Haldol), Melatonin (Circadin)	<input type="checkbox"/>	
	Analgetika WHO III Buprenorphin, Fentanyl, Hydromorphon, Morphin, Oxycodon	<input type="checkbox"/>	
	Lungenmedikation Salbutamol, Salmeterol+Fluticason (Viani), Ipratropiumbromid + Fenoterol (Berodual), Montelukast, Theophyllin, Terbutalin (Bricanyl)	<input type="checkbox"/>	
Transfusion ab POD 0	Erythrozytenkonzentrate Thrombozytenkonzentrate FFP, PPSB, Albumin	<input type="checkbox"/>	Dokumentation via BSD Dokumentation via StopOrder, Anordnung nicht als KAO
Diagnosen ab POD 0	Harnwegsinfektion, Pneumonie, Bronchitis, Konjunktivitis, Thrombose, Lungenembolie peripher ohne ICU/IMC, Wundinfektion CDC A3	<input type="checkbox"/>	Via Befund/Codierung in NICE. Dient ausschließlich als obligate Spezifizierung, wenn durch Anwender eine Medikation angeordnet, zieht keine CCI Codierung nach sich
Sonstiges		<input type="checkbox"/>	

CD 3 = Notwendigkeit der chirurgischen, endoskopischen oder radiologischen Intervention

- 3a: ohne allgemeine (Intubations-)Narkose (z.B. auch Sedierung ohne Beatmung)
- 3b: mit allgemeiner (Intubations-)Narkose
- Reop: immer 3b

Art	Spezifikation		Sonstiges/Probleme
Intervention	Radiologie <ul style="list-style-type: none"> • CT Drainage • CT Punktion • Angio Intervention 	<input type="checkbox"/>	Über Codierung/Befund ZRAD
	Endoskopie <ul style="list-style-type: none"> • ERCP • PTCd • ÖGD • Koloskopie • Endosonographie 	<input type="checkbox"/>	Über Codierung/Befund Endoskopie
	Chirurgie <ul style="list-style-type: none"> • Sekundärnaht in LA • VAC Anlage s.c. bedside o. UWZ 	<input type="checkbox"/>	Über Codierung/Befund Chirurgie, UWZ <ul style="list-style-type: none"> • Pflichtcodierung durch Stationsarzt OPS Über Codierung/Befund jew. Abteilung

	Weitere <ul style="list-style-type: none"> • PTCA kardial • PTA GCH • Lyse • SPK 	<input type="checkbox"/>	Abteilung
Sonstiges		<input type="checkbox"/>	

CD 4 = Potentiell lebensbedrohliche Komplikation inkl. ZNS. ICU/IMC Pflicht

4a: Einorganversagen 4b: Mehrorganversagen

CD 5 = Tod

Art	Spezifikation		Sonstiges/Probleme
Diagnosen CD 4a	Herz <ul style="list-style-type: none"> • Herzinfarkt • Herzrhythmusstörung • Vorhofflimmern/-flattern • Tachy-/Bradyarrhythmie • sVES/VES • Rechtsherzversagen • Linksherzversagen • Globalinsuffizienz akut 	<input type="checkbox"/>	Über Codierung ICU/IMC - CAVE: Insuffiziente IMC Verlegungsbriefe!
	Kreislauf <ul style="list-style-type: none"> • Kreislaufversagen • Reanimation 	<input type="checkbox"/>	
	Lunge <ul style="list-style-type: none"> • Lungenversagen • Lungenödem • ARDS • Hyperkapnie • Intubation • ECMO • Lungenembolie zentral 	<input type="checkbox"/>	
	Leber <ul style="list-style-type: none"> • Leberversagen akut • Leberersatzverfahren 	<input type="checkbox"/>	
	Nieren <ul style="list-style-type: none"> • Akutes NV • Dialyse 	<input type="checkbox"/>	
	Gerinnung/Blut/Immunologie <ul style="list-style-type: none"> • Sepsis • DIC • Störung plasmatische Gerinnung/Synthese 	<input type="checkbox"/>	
	ZNS Stroke, ICB, SAB, SDB, EDB Enzephalopathie	<input type="checkbox"/>	
Diagnosen CD 4b	≥ 2 Diagnosen aus CD 4a	<input type="checkbox"/>	
CD 5	Tod	<input type="checkbox"/>	CCI 100
CD 0	Keine Komplikation	<input type="checkbox"/>	CCI 0

8.5 90-Tage Comprehensive Complication Index

Comprehensive Complication Index (CCI)

(Clavien P-A et al. Ann Surg. 2017)

Datum: _____



Comprehensive Complication Index questionnaire Tag 90

	ja	nein
Haben Sie seit Entlassung/letztem Besuch neue Medikamente erhalten, die nicht zu Ihrer normalen Medikation gehören?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ja, welche:		<input type="checkbox"/>
Musste die Wunde seit Entlassung/letztem Besuch eröffnet werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Klassifikation des NWIF nach CDC (vom Arzt ausfüllen)		<input type="checkbox"/>
Wurde eine Röntgenaufnahme, Ultraschall, EKG oder EEG durchgeführt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wurde die Drainage bereits gezogen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Haben Sie eine neue Magensonde benötigt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erhielten Sie Ernährung über die Vene oder mussten Sie Astronautenkost zu sich nehmen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Benötigten Sie eine Transfusion von Blut, Plasma, Blutplättchen oder Albumin?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trat eine Infektion auf?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ja, welche?		<input type="checkbox"/>
Hatten Sie eine Lungenembolie oder Thrombose?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wurde seit Entlassung/letztem Besuch eine der folgenden Interventionen durchgeführt?		<input type="checkbox"/>
Drainage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Angiographie und Intervention	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Endoskopie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
VAC-Anlage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wundnaht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Harnableitung durch den Bauch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Herzkatheter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Operation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mussten Sie seit der Entlassung/letztem Besuch auf einer Intensivstation behandelt werden? Welche Organe haben nicht mehr richtig funktioniert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Herzerkrankung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kreislauf inklusive Reanimation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lunge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Leber	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nieren/Dialyse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gerinnungsproblem, Blutung, Immunsystem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gehirn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

eRadaR_ Comprehensive Complication Index (CCI)

9 Lebenslauf

Der Inhalt wurde aus Datenschutzgründen entfernt.

10 Danksagung

Großer Dank gebührt an erster Stelle meinem Doktorvater, Prof. Dr. Andreas A. Schnitzbauer, für die Überlassung des Themas sowie die konstruktive und reibungslose Betreuung während des gesamten Zeitraumes.

Frau Dr. Fatima Faqar Uz Zaman, die mich in allen Stadien der Arbeit ausdauernd unterstützt hat, gilt mein besonderer Dank. Insbesondere für die jederzeit prompte und hilfreiche Reaktion auf meine Fragen möchte ich mich bedanken.

Auch bei dem gesamten Team, welches an der Planung und Durchführung der eRadaR-Studie beteiligt war, bedanke ich mich.

Allen Mitarbeitern der zentralen Notaufnahme des Universitätsklinikums Frankfurt am Main, die mich bei der Akquirierung von Patienten unterstützt haben, möchte ich hiermit danken.

Zu guter Letzt gilt mein Dank den zahlreichen Patienten, die der Teilnahme an der eRadaR-Studie zugestimmt haben.

11 Schriftliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die dem Fachbereich Medizin der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main zur Promotionsprüfung eingereichte Dissertation mit dem Titel

**Einfluss des Zeitpunktes der Diagnosestellung auf das
Outcome von Patienten mit akutem Abdominalschmerz
in der zentralen Notaufnahme - Diagnostisches Potenzial
eines Clinical Decision Support Systems**

am Zentrum der Chirurgie, in der Klinik für Allgemein-, Viszeral-, Transplantations- und Thoraxchirurgie unter Betreuung und Anleitung von Prof. Dr. Andreas A. Schnitzbauer mit Unterstützung durch Dr. Sara Fatima Faqar Uz Zaman ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe. Darüber hinaus versichere ich, nicht die Hilfe einer kommerziellen Promotionsvermittlung in Anspruch genommen zu haben.

Ich habe bisher an keiner in- oder ausländischen Universität ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht. Die vorliegende Arbeit wurde bisher nicht als Dissertation eingereicht.

Vorliegende Ergebnisse der Arbeit wurden in folgendem Publikationsorgan veröffentlicht:

Sara F. Faqar-Uz-Zaman, Luxia Anantharajah, Philipp Baumartz, Paula Sobotta, Natalie Filmann, Dora Zmuc, Michael von Wagner, Charlotte Detembele, Svenja Sliwinski, Ursula Marschall, Wolf O. Bechstein, and Andreas A. Schnitzbauer
The Diagnostic Efficacy of an App-based Diagnostic Health Care Application in the Emergency Room: eRadaR-Trial. A prospective, Double-blinded, Observational Study. *Annals of Surgery*. 2022;276(5):935-942. doi:10.1097/SLA.0000000000005614

(Ort, Datum)

(Unterschrift)